

SKRIPSI
STUDI MANAJEMEN LALU LINTAS
PADA KAWASAN JL. VETERAN-JL. BANDUNG-JL. BOGOR
DI KOTA MALANG



DISUSUN OLEH :
EKARAPI TIRTA BABBA
13.21.099

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2017

SKRIPSI
ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN
MENGGUNAKAN METODE CTM (*CELLTRANSMISSION*
***MODEL*) PADA RUAS JALAN BASUKI RACHMAT**



DISUSUN OLEH :
DWIRAPI TIRTO BABBA
(13.21.096)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2017

ABSTRAK

Ekarapi Tirta Babba, 2017, *Studi Manajemen Lalu Lintas Pada Kawasan Jl. Veteran- Jl. Bandung dan Jl. Bogor di Kota Malang*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institute Teknologi Nasional Malang.

Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT dan Ir. Togi H. Nainggolan, MS

Perempatan Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor merupakan simpang yang berada dekat dengan kawasan sekolah, kampus dan mall ditengah-tengah Kota Malang. Di perempatan ini sering terjadi konflik lalu lintas yang terjadi sepanjang hari. Salah satu penyebabnya karena padatnya volume arus lalu lintas yang melintasi persimpangan ini, yang mana pada Jalan Bogor Utara dengan keadaan geometrik nya yang tidak terlalu lebar namun memiliki volume yang sangat tinggi membuat penumpukan arus lalu lintas ditengah simpang serta membuat antrian yang sangat panjang sehingga menyebabkan kemacetan pada jam sibuk. Dampak dari kemacetan itu adalah: terjadi nya tundaan dan antrian panjang. Tujuan dari studi adalah untuk mencari alternative pemecahan masalah yang sesuai dengan permasalahan tersebut.

Untuk menunjang studi ini diperlukan sampel volume, antrian dan tundaan dengan survei lapangan pada kondisi eksisting yg dilaksanakan selama 3 hari dimulai pada hari Selasa, 18 April 2017, Kamis, 20 April 2017 dan Sabtu 22 April 2017. Survei dilakukan untuk mengetahui tingkat kepadatan lalu lintas yang terklasifikasi dan jenis kendaraan dalam satuan waktu tertentu pada simpang tersebut. Analisa kinerja simpang tak bersinyal ini menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 untuk perhitungan derajat kejenuhan, tundaan, dan antrian. Sedangkan untuk evaluasi tingkat pelayanan/kinerja simpang menggunakan Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 KM Tahun 2015.

Dari hasil survei diperoleh total arus volume tertinggi terjadi di ruas Jl. Bandung pada hari Sabtu, 22 April 2017 pada pukul 16.00-17.00 yaitu sebesar 3895.4 smp/jam, dengan kapasitas 583.989 kend/jam, derajat kejenuhan 2.84 dan tingkat pelayanan yang diperoleh adalah E. Dari hasil perhitungan diperoleh waktu siklus pada pagi, siang dan sore hari 92 detik. Tundaan maksimum yang diperoleh dari perhitungan pada alternatif ini sebesar 56.822 det/kend, dengan panjang antrian 143.675 m dan dalam kategori tingkat pelayanan E. Jumlah volume lalu lintas telah melebihi kapasitas kondisi eksisting, sehingga alternative lain yang diharapkan bisa mengatasi permasalahan lalu lintas di lokasi tersebut adalah pengalihan jalan.

Kata Kunci : kemacetan, kinerja simpang, volume lalu lintas, tundaan, antrian.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat kasih karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“STUDI MANAJEMEN LALU LINTAS UNTUK MENGURANGI KEMACETAN PADA KAWASAN JL. VETERAN- JL. BANDUNG- JL. BOGOR DI KOTA MALANG”**.

Penelitian ini bertujuan untuk mempraktekan teori-teori yang didapat dari bangku perkuliahan, serta untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulisan proposal skripsi ini, tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua dan saudara-saudara penulis, yang telah memberikan dukungan, semangat, dan doa.
2. Bapak Ir. A. Agus Santosa,MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Dr.Ir Nusa Sebayang,MT dan Bapak Ir.Togi H. Nainggolan,MS, selaku Dosen Pembimbing.
4. Bapak dan Ibu dosen pengajar di lingkungan Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Saudara Sipil 2013 dan teman-teman yang lain, terimakasih atas semua bantuan dan ide kreatif yang sangat membantu penulis.

Besar harapan penulis semoga proposal skripsi ini bermanfaat khususnya bagi pemerintah, Institusi ITN Malang, rekan-rekan teknik Sipil, dan para pembaca pada umumnya.

Malang, September 2017

Ekarapi Tirta Babba

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR ISTILAH	xix
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Maksud dan Tujuan.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Studi-studi Terdahulu.....	5
2.1.1 Tujuan Manajemen Lalu Lintas	6
2.1.2 Sasaran Manajemen Lalu Lintas	6
2.1.3 Strategi dan Manajemen Lalu Lintas	7

2.2	Klasifikasi Jalan	9
2.3	Karakteristik Lalu Lintas.....	13
2.3.1	Kendaraan Rencana.....	13
2.3.2	Kecepatan Rencana	15
2.3.3	Arus dan Komposisi Lalu Lintas	18
2.4	Simpang	19
2.4.1	Jenis-jenis Simpang.....	20
2.4.2	Persinggungan Persimpangan	20
2.4.3	Geometrik Simpang	21
2.4.3.1	Alinyemen dan Konfigurasi.....	21
2.4.3.2	Jarak Antar Persimpangan	22
2.4.3.3	Alinyemen Dekat Persimpangan	22
2.4.3.3.1	Jarak Pandang Pada Persimpangan	22
2.4.3.3.2	Jari-jari Minimum	23
2.4.3.4	Alinyemen Vertikal di Sekitar Persimpangan	23
2.4.3.4.1	Low Grade Section.....	24
2.4.3.5	Potongan Melintang di Dekat Persimpangan	24
2.4.3.5.1	Lebar Jalur.....	24
2.4.3.5.2	Jumlah Jalur dan Lokasi.....	25
2.4.3.5.3	Pergeseran Jalur	25
2.4.3.6	Jalur Belok Kanan	26
2.4.3.6.1	Kriteria Penentuan Jalur Belok Kanan.....	26
2.4.3.6.2	Panjang Jalur Belok Kanan	26

2.4.3.7	Jalur Belok Kiri	29
2.4.3.7.1	Batasan Ketentuan.....	29
2.4.3.8	Lintasan Belokan pada Persimpangan.....	30
2.5	Simpang Bersinyal	31
2.5.1	Sinyal Lampu Lalu Lintas.....	32
2.5.2	Tipe Simpang Bersinyal.....	36
2.5.2.1	Simpang Bersinyal Empat Lengan	36
2.5.2.2	Simpang Bersinyal Tiga Lengan	37

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Lokasi Penelitian.....	39
3.2	Alat dan Bahan.....	41
3.2.1	Alat Penelitian.....	41
3.2.2	Bahan Penelitian	41
3.3	Metode pengumpulan Data	42
3.4	Waktu dan Tempat Survei.....	43
3.5	Metode Pengambilan Data	43
3.5.1	Metode Survei	43
3.5.2	Tahapan Pelaksanaan	43
3.6	Bagan Alir	45

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA SURVEY

4.1	Data Primer	46
4.1.1	Data Survey Persimpangan	46
4.1.1.1	Dimensi Geometrik	46

4.1.1.2	Fase dan Sinyal Lampu Isyarat Lalu Lintas Simpang	47
4.1.1.3	Pengolahan Volume Arus Lalulintas	49
4.1.1.4	Antrian Lalu Lintas	60
4.1.1.5	Tundaan Lalu Lintas	71
4.1.2	Data Survey Bundaran	72
4.1.2.1	Dimensi Geometrik	72
4.1.2.2	Pengolahan Volume Arus Bundaran	73
4.2	Data Sekunder	80
4.2.1	Data Jumlah Kendaraan	80
4.2.2	Tata Guna Lahan Sisi Jalan	80

BAB V ANALISA, PEMBAHASAN DAN EVALUASI

5.1	Umum	82
5.2	Kinerja Eksisting	83
5.2.1	Analisa Kinerja Simpang Kondisi Eksisting	83
5.2.1.1	Evaluasi Nilai Derajat Kejenuhan pada Kondisi Eksisting .	105
5.2.1.2	Evaluasi Analisa Antrian pada Kondisi Eksisting	107
5.2.1.3	Evaluasi Analisa Tundaan pada Kondisi Eksisting	109
5.2.2	Analisa Kinerja Bundaran pada Kondisi Eksisting	111
5.3	Alternatif Untuk Perbaikan Kinerja Simpang	130
5.3.1	Perbaikan Kinerja Simpang	130
5.3.2	Usulan Pemecahan Masalah	142

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan	145
-----	------------------	-----

6.2	Saran.....	146
-----	------------	-----

DAFTAR PUSTAKA.....	147
----------------------------	------------

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Strategi dan Teknik Manajemen Lalu Lintas.....	7
Tabel 2.2	Pembagian Tipe Kendaraan.....	13
Tabel 2.3	Penentuan Kecepatan Rencana.....	16
Tabel 2.4	Jarak Persimpangan	22
Tabel 2.5	Jari-Jari Minimum As Jalur Lalu Lintas	23
Tabel 2.6	Panjang Minimum Bagian Dengan Kelandaian Rendah	24
Tabel 2.7	Lebar Jalur Lalu Lintas dan Jalur Tambahan	24
Tabel 2.8	Standar Taper dari Lane Shift	25
Tabel 2.9	Panjang Minimum Taper.....	25
Tabel 2.10	Panjang Minimum untuk Pergeseran dan Perlambatan	29
Tabel 2.11	Lintasan Belokan pada Persimpangan	30
Tabel 2.12	Definisi Jenis Simpang Bersinyal Empat Lengan	36
Tabel 2.13	Definisi Jenis Simpang Bersinyal Tiga Lengan.....	38
Tabel 4.1	Data Geometrik Simpang Bersinyal.....	48
Tabel 4.2	Data Geometrik Fase Waktu Siklus Simpang Bersinyal.....	49
Tabel 4.3	Emp (Ekivalen Mobil Penumpang).....	51

Tabel 4.4	Perhitungan Volume Lalu Lintas	51
Tabel 4.5	Perhitungan Arus Lalu Lintas	53
Tabel 4.6	Arus Lalu Lintas Total Pada Hari Selasa 18 April 2017	56
Tabel 4.7	Arus Lalu Lintas Total Pada Hari Kamis, 20 April 2017	58
Tabel 4.8	Arus Lalu Lintas Total Pada Har Sabtu, 22 April 2017	60
Tabel 4.9	Panjang antrian pada Jl. Veteran hari Selasa, 18 April 2017	62
Tabel 4.10	Panjang antrian pada Jl. Veteran hari Kamis, 20 April 2017	62
Tabel 4.11	Panjang antrian pada Jl. Veteran hari Jumat, 22 April 2017	62
Tabel 4.12	Panjang antrian pada Jl. Bandung hari Selasa, 18 April 2017	64
Tabel 4.13	Panjang antrian pada Jl. Bandung hari Kamis, 20 April 2017	65
Tabel 4.14	Panjang antrian pada Jl. Bandung hari Sabtu, 22 April 2017	65
Tabel 4.15	Panjang antrian pada Jl. Bogor Utara hari Selasa, 18 April 2017	67
Tabel 4.16	Panjang antrian pada Jl. Bogor Utara hari Kamis,	

	20 April 2017	67
Tabel 4.17	Panjang antrian pada Jl. Bogor Utara hari Sabtu, 22 April 2017	68
Tabel 4.18	Panjang antrian pada Jl. Bogor Selatan hari Selasa, 18 April 2017	70
Tabel 4.19	Panjang antrian pada Jl. Bogor Selatan hari, Kamis 20 April 2017	70
Tabel 4.20	Panjang antrian pada Jl. Bogor Selatan hari, Jumat 22 April 2017	70
Tabel 4.21	Perhitungan Arus Jl. Bandung.....	75
Tabel 4.22	Perhitungan Arus Jl. Bandung.....	76
Tabel 4.23	Perhitungan Arus Jl. Mayjend Panjaitan	77
Tabel 4.24	Perhitungan Arus Jl. Mayjend Panjaitan	78
Tabel 4.25	Perhitungan Arus Jl. Besar Ijen.....	79
Tabel 4.26	Perhitungan Arus Jl. Besar Ijen.....	80
Tabel 4.27	Jumlah Penduduk Kota Malang Dalam 10 Tahun Terakhir.....	81
Tabel 4.28	Tipe Lingkungan Jalan	81
Tabel 5.1	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS}	96
Tabel 5.2	Faktor Penyesuaian untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FSF)	96
Tabel 5.3	Arus Masuk Jalinan.....	115
Tabel 5.4	Arus Menjalin Q_w	116
Tabel 5.5	Raio menjalin P_w	118

Tabel 5.6	Kelas Ukuran Kota	119
Tabel 5.7	Perhitungan SIG 2 untuk Alternative 3	139
Tabel 5.8	Perhitungan SIG 3 untuk Alternative 3	140
Tabel 5.9	Perhitungan SIG 4 untuk Alternative 3	140
Tabel 5.10	Perhitungan SIG 5 untuk Alternative 3	141
Tabel 5.11	Perhitungan Arus Masuk Jalinan.....	142
Tabel 5.12	Perhitungan Arus Menjalin	142
Tabel 5.13	Perhitungan Rasio Menjalin	143
Tabel 5.14	Derajat Kejenuhan Kondisi Alternative	143
Tabel 5.14	Matrik Perbandingan Kinerja Simpang pada Kawasan Jl. Veteran- Jl. Bandung dan Jl. Bogor	144

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Titik Konflik pada Simpang Empat Lengan	21
Gambar 2.2	Panjang Jalur Belok Kanan	29
Gambar 2.3	Konfli-konfilk pada Simpang Bersinyal	32
Gambar 2.4	Jenis-jenis Simpang 4 lengan	37
Gambar 2.5	Jenis-jenis Simpang 3 lengan	38
Gambar 3.1	Lokasi Studi.....	40
Gambar 3.2	Lokasi Studi.....	41
Gambar 3.3	Diagam Alir.....	46
Gambar 4.1	Lokasi Survey	47
Gambar 4.2	Kombinasi Pergerakan Fase Lalu Lintas Pada Lokasi Studi.....	48
Gambar 4.3	Grafik Arus Lalu Lintas Jl. Bogor Utara – Jl. Bandung.....	54
Gambar 4.4	Grafik Total Arus Kendaraan hari Selasa, 18 April 2017	57
Gambar 4.5	Grafik Total Arus Kendaraan hari Kamis, 20 April 2017	59
Gambar 4.6	Grafik Total Arus Kendaraan hari Sabtu, 22 April 2017	61
Gambar 4.7	Diagram Perbandingan Panjang Antrian di Ruas Jl. Veteran	63

Gambar 4.8	Diagram Perbandingan Panjang Antrian di	
	Ruas Jl. Bandung.....	66
Gambar 4.9	Diagram Perbandingan Panjang Antrian di	
	Ruas Jl. Bogor Utara	69
Gambar 4.10	Diagram Perbandingan Panjang Antrian di	
	Ruas Jl. Bogor Selatan	71
Gambar 4.11	Gambar Lokasi Tugu Bundaran Jl. Bandung	73
Gambar 4.12	Gambar Rasio Jalinan putaran Tugu Bundaran Jl. Bandung ...	74
Gambar 5.1	Bagan Alir Perhitungan Simpang Bersinyal	84
Gambar 5.2	Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian (F_G)	97
Gambar 5.3	Grafik Faktor Penyesuaian Untuk Belok Kanan (F_{RT}).....	98
Gambar 5.4	Grafik Faktor Penyesuaian Untuk Belok Kiri (F_{LT}).....	99
Gambar 5.5	Bagan Alir Perhitungan Jalan Perkotaan.....	113
Gambar 5.6	Rasio Jalinan	114
Gambar 5.7	Lokasih Tugu Bundaran Jl. Bandung.....	115
Gambar 5.8	Arus Alternative ke Dua.....	136
Gambar 5.9	Arus Alternative ke Tiga	138
Gambar 5.10	Kombinasi Pergerakan Fase Lalu Lintas untuk	
	Alternative 3	139

DAFTAR ISTILAH

KONDISI DAN KARAKTERISTIK LALU LINTAS

UNSUR LALU LINTAS	Benda atau pejalan kaki sebagai bagian dari lalu lintas.
kend KENDARAAN	Unsur lalu lintas diatas roda.
LV KENDARAAN RINGAN	Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0 - 3,0 m (meliputi: mobil penumpang, oplet, mikrobis, pick-up dan truk kecil sesuai sistim klasifikasi Bina Marga).
HV KENDARAAN BERAT	Kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (meliputi bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistim klasifikasi Bina Marga). Catatan: Lihat Bab 2-5 dan 6-7 untuk definisi khusus dari tipe kendaraan lainnya yang digunakan pada metode perhitungan jalan perkotaan dan luar kota.
MC SEPEDA MOTOR	Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistim klasifikasi Bina Marga).
UM KENDARAAN TAK BERMOTOR	Kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi : sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai sistim klasifikasi Bina Marga).

Catatan: Dalam manual ini kendaraan tak bermotor tidak dianggap sebagai bagian dari arus lalu lintas tetapi sebagai unsur hambatan samping.

emp	EKIVALENSI MOBIL PENUMPANG	Faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kend. ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalulintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan lainnya, $emp = 1.0$).
smp	SATUAN MOBIL PENUMPANG	Satuan arus lalu lintas, dimana arus dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp.
Q	ARUS LALU-LINTAS	Jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kend/jam (Q_{kend}), smp/jam (Q_{smp}) atau LHRT (Lalu-lintas Harian Rata-Rata Tahunan).
Type 0	ARUS BERANGKAT TERLAWAN	yang diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan faktor emp. Keberangkatan dengan konflik antara gerak belok kanan dan gerak lurus/belok kiri dari bagian pendekat dengan lampu hijau pada fase yang sama.
Type P	ARUS BERANGKAT	Keberangkatan tanpa konflik antara gerakan

	TER LINDUNG	lalu lintas belok kanan dan lurus.
LT	BELOK KIRI	Indeks untuk lalu-lintas yang belok kiri.
LTOR	BELOK KIRI LANGSUNG	Indeks untuk lalu-lintas belok kiri yang diijinkan lewat pada saat sinyal merah.
ST	LURUS	Indeks untuk lalu-lintas yang lurus.
RT	BELOK KANAN	Indeks untuk lalu-lintas yang belok kekanan.
T	PEMBELOKAN	Indeks untuk lalu-lintas yang berbelok.
PRT	RASIO BELOK KANAN	Rasio untuk lalu-lintas yang belok kekanan.
S	ARUS JENUH	Besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau).
S0	ARUS JENUH DASAR	Besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau).
DS	DERAJAT KEJENUHAN	Rasio dari arus lalu-lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat ($Q \times c / S \times g$).
FR	RASIO ARUS	Rasio arus terhadap arus jenuh (Q/S) dari suatu pendekat.
IFR	RASIO ARUS SIMPANG	Jumlah dari rasio arus kritis (= tertinggi) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus ($IFR = \sum (Q/S)_{CRIT}$).
PR	RASIO FASE	Rasio untuk kritis dibagi dengan rasio arus simpang (sbg contoh: untuk fase i : $PR = FR_i / IFR$).
F	FAKTOR PENYESUAIAN	Faktor koreksi untuk penyesuaian dari nilai

ideal ke nilai sebenarnya dari suatu variabel.

QL PANJANG ANTRIAN

Panjang antrian kendaraan dalam
suatu pendekat (m).

NQ ANTRIAN

Jumlah kendaraan yang antri dalam suatu
pendekat (kend; smp).

NS ANGKA HENTI

Jumlah rata-rata berhenti per
kendaraan (termasuk berhenti berulang-ulang dalam antrian)

Ukuran Perilaku Lalu Lintas

TP	PERILAKU LALU-LINTAS (KUALITAS LALU-LINTAS)	Ukuran kuantitatif yang menerangkan kondisi operasional fasilitas lalu-lintas seperti yang dinilai oleh pembina jalan. (Pada umumnya dinyatakan dalam kapasitas, derajat, kejenuhan, kecepatan rata-rata, waktu tempuh, tundaan, peluang antrian, panjang antrian atau rasio kendaraan terhenti).
LoS	TINGKAT PELAYANAN (KINERJA JALAN)	Ukuran kualitatif yang digunakan di HCM 85 Amerika Serikat dan menerangkan kondisi operasional dalam arus lalu-lintas dan penilaiannya oleh pemakai jalan (pada umumnya dinyatakan dalam kecepatan, waktu tempuh, kebebasan bergerak, interupsi lalu-lintas, keenakan, kenyamanan, dan keselamatan).
C	KAPASITAS	Arus lalu-lintas maximum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (misalnya: rencana geometrik, lingkungan, komposisi lalu-lintas dan sebagainya. Catatan: Biasanya dinyatakan dalam kend/jam atau smp/jam). Kapasitas harian sebaiknya tidak digunakan sebagai ukuran karena akan bervariasi sesuai dengan faktor-k
DS	DERAJAT KEJENUHAN	Rasio arus lalu-lintas terhadap kapasitas. Catatan: Biasanya dihitung per jam.
V	KECEPATAN PERJALANAN	Kecepatan kendaraan (biasanya

	(KECEPATAN TEMPUH)	km/jam atau m/det)
FV	KECEPATAN ARUS BEBAS	Kecepatan kendaraan yang tidak dihalangi oleh kendaraan lain.
TT	WAKTU TEMPUH (WAKTU PERJALANAN)	Waktu total yang diperlukan untuk melewati suatu panjang jalan tertentu, termasuk waktu-berhenti dan tundaan pada simpang. Catatan: Waktu tempuh tidak termasuk berhenti untuk istirahat, perbaikan kendaraan.
D	TUNDAAN	Waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang. Catatan: Tundaan terdiri dari TUNDAAN LALULINTAS (DT) yang disebabkan pengaruh kendaraan lain; dan TUNDAAN GEOMETRIK (DG) yang disebabkan perlambatan dan percepatan untuk melewati fasilitas (misalnya akibat lengkung horisontal pada persimpangan)

Karakteristik Geometrik

	TIPE JALAN	Tipe potongan melintang jalan ditentukan oleh jumlah lajur dan arah pada suatu segmen jalan, sebagai contoh; - 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD)
WC	LEBAR JALUR	Lebar dari jalur jalan yang dilewati, tidak termasuk bahu Lalu-lintas
WS	LEBAR BAHU	Lebar bahu (in) di samping jalur lalu-lintas, direncanakan sebagai ruang untuk kendaraan yang sekali-sekali berhenti, pejalan kaki dan kendaraan lambat.

M	MEDIAN	Daerah yang memisahkan arah lalu-lintas pada suatu segmen jalan.
	TIPE ALINYEMEN	Uraian tentang karakter alinyemen horisontal dan vertikal jalan yang disebabkan sifat daerah yang dilalui dan ditentukan oleh jumlah naik dan turun (m/km) dan jumlah lengkung horisontal (rad/km) sepanjang segmen jalan. Catatan: Tipe alinyemen biasanya disebut sebagai DATAR, BUKIT dan GUNUNG.
	PENDEKAT	Daerah dari lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis-henti.(Jika gerakan belok kiri atau belok kanan dipisahkan dengan pulau lalu lintas, sebuah lengan persimpangan jalan dapat mempunyai dua pendekat atau lebih).
WA	LEBAR PENDEKAT	Lebar bagian pendekat yang diperkeras, diukur dibagian tersempit disebelah hulu (m).
W_{MASUK}	LEBAR MASUK	Lebar bagian pendekat yang diperkeras, diukur pada garis henti (m).
W_{KELUAR}	LEBAR KELUAR	Lebar bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan oleh lalu lintas berangkat setelah melewati persimpangan jalan (m).
Kondisi lingkungan		
LU	GUNA LAHAN	pengembangan lahan di samping jalan.

Untuk tujuan perhitungan, guna lahan dinyatakan dalam persentase dari segmen jalan dengan pengembangan tetap dalam bentuk bangunan (terhadap panjang total).

COM KOMERSIAL

Lahan niaga (sbg. contoh : toko, restoran, kantor,) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.

RES PERMUKIMAN

Lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.

RA AKSES TERBATAS

Jalan masuk langsung tidak ada atau terbatas (sbg. contoh, karena adanya penghalang, jalan samping dsb.).

CS UKURAN KOTA

Jumlah penduduk dalam suatu daerah perkotaan

SF HAMBATAN SAMPING

Dampak terhadap perilaku lalu-lintas akibat kegiatan sisi jalan seperti pejalan kaki, penghentian angkot dan kendaraan lainnya, kendaraan masuk dan keluar sisi jalan dan kendaraan lambat

Psv RASIO KENDARAAN
TERHENTI

Rasio dari arus lalu-lintas yang terpaksa berhenti sebelum melewati garis henti akibat pengendalian sinyal.

PARAMETER PENGATURAN SINYAL

i FASE

Bagian dari siklus-sinyal dengan lampu-hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas (i = indeks untuk nomor fase.

c	WAKTU SIKLUS	Waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal (sbg. contoh, diantara dua saat permulaan hijau yang berurutan di dalam pendekat yang sama; det.)
g	WAKTU HIJAU	fase untuk kendali lalu-lintas aktuasi kendaraan (det.)
g _{max}	WAKTU HIJAU	Waktu hijau maksimum yang diijinkan MAKSIMUM dalam suatu fuse untuk kendali lalu-lintas aktuasi kendaraan (det.)
g _{min}	WAKTU HIJAU	Waktu hijau minimum yang diperlukan MINIMUM (sbg.contoh, karena penyeberangan pejalan kaki, det).
GR	RASIO HIJAU	dalam suatu pendekat ($GR = g/c$).
ALL	RED WAKTU MERAH	Waktu di mana sinyal merah menyala SEMUA bersamaan dalam pendekat-pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berturutan (det.)
AMBER	WAKTU	Waktu di mana lampu kuning dinyalakan KUNING setelah hijau dalam sebuah pendekat (det.).
IG	ANTAR HIJAU	Periode kuning+merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (det.).
LTI	WAKTU HILANG	Jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (det). Waktu hilang dapat juga diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.

Ukuran Kinerja

C	KAPASITAS (smp/jam)	Arus lalu-lintas (stabil) maksimum yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu (geometri, distribusi arah dan komposisi lalu-lintas, faktor lingkungan).
DS	DERAJAT KEJENUHAN	Rasio arus lalu-lintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam) pada bagian jalan tertentu.
V	KECEPATAN TEMPUH	Kecepatan rata-rata (km/jam) arus lalu-lintas dihitung dari panjang jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan yang melalui segmen jalan.
FV	KECEPATAN ARUS	(1) Kecepatan rata-rata teoritis (km/jam) BEBAS lalu-lintas pada kerapatan = 0, yaitu tidak ada kendaraan yang lewat. (2) Kecepatan (km/jam) kendaraan yang tidak dipengaruhi oleh kendaraan lain (yaitu kecepatan dimana pengemudi merasakan perjalanan yang nyaman, dalam kondisi geometrik, lingkungan dan pengaturan lalu-lintas yang ada, pada segmen jalan dimana tidak ada kendaraan yang lain).
TT	WAKTU TEMPUH	Waktu rata-rata yang digunakan kendaraan menempuh segmen jalan dengan panjang tertentu, termasuk semua tundaan waktu berhenti (detik) atau jam.

Kondisi Geometrik

JALUR GERAK	Bagian jalan yang direncanakan khusus
-------------	---------------------------------------

untuk kendaraan bermotor lewat, berhenti dan parkir (termasuk bahu).

JALUR JALAN

Semua bagian dari jalur gerak, median dan pemisah luar.

MEDIAN

Daerah yang memisahkan arah lalu-lintas pada segmen jalan.

L PANJANG JALAN Panjang segmen jalan yang diamati

(termasuk persimpangan kecil).

TIPE JALAN

Tipe jalan menentukan jumlah lajur dan arah pada segmen jalan:

- 2-lajur 1-arah (2/1)
- 2-lajur 2-arah tak-terbagi (2/2 UD)
- 4-lajur 2-arah tak-terbagi (4/2 UD)
- 4-lajur 2-arah terbagi (4/2 D)
- 6-lajur 2-arah terbagi (6/2 D)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1
Jl., Bendungan Sigura-Gura No.2 Tlpn.551951 – 551431
MALANG

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Ekarapi Tirta Babba**
NIM : **13.21.099**
Program Studi : **Teknik Sipil S-1**
Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

**“STUDI MANAJEMEN LALU LINTAS PADA KAWASAN JL. VETERAN-
JL. BANDUNG- JL. BOGOR DI KOTA MALANG”**

Adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya karya orang lain, kecuali disebut dari sumber aslinya

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tugas akhir ini hasil jiplakan atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Malang, September 2017

Yang membuat pernyataan




(Ekarapi Tirta Babba)

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

**"STUDI MANAJEMEN LALU LINTAS PADA KAWASAN JL. VETERAN- JL.
BANDUNG- JL. BOGOR DI KOTA MALANG"**

*Dipertahankan Di hadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi
Jenjang Strata Satu (S-1)*

Pada Hari : Sabtu, 5 Agustus 2017

*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :

Ekarapi Tirta Babba

13.21.099

Disahkan Oleh :

Ketua



Ir. A. Agus Santosa, MT.
NIP.Y.1018700155

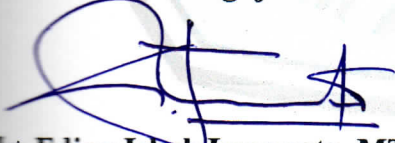
Sekretaris



Ir. Munasih, MT

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I



Ir. Eding Iskak Imananto, MT

Dosen Penguji II



Ir. Agus Prajitno, MT
NIP.196308271992031007

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2017

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

"STUDI MANAJEMEN LALU LINTAS PADA KAWASAN JL. VETERAN- JL. BANDUNG- JL. BOGOR DI KOTA MALANG"

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Sipil S-1*

*Institut Teknologi Nasional Malang
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Jurusan Teknik Sipil Strata Satu S-1*

Disusun Oleh :

Ekarapi Tirta Babba

13.21.099

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT


Ir. Togi H Nainggolan, MS

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**



Ir. A. Agus Santosa, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**

2017

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem transportasi memiliki dua aspek penting, yaitu sarana dan prasarana transportasi. Jika kebutuhan sarana transportasi tidak diimbangi dengan tersedianya prasarana transportasi (jaringan jalan) maka akan timbul masalah transportasi. Kota Malang sebagai salah satu kota di Jawa Timur, saat ini mengalami perkembangan yang pesat, sehingga menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan sarana prasarana transportasi.

Jalan raya merupakan bagian dari sarana transportasi darat yang memiliki peranan penting untuk menghubungkan suatu tempat ke tempat lain. Sejalan dengan pesatnya pembangunan, maka prasarana maupun sarana transportasi darat ini terus mengalami perbaikan karena keberadaanya yang dapat menunjang sektor lain.

Keberadaan sarana transportasi berupa jalan raya biasanya ditunjang dengan bagian dari sarana transportasi darat lainnya berupa lampu lalu lintas yang salah satu tujuannnya yaitu untuk menghindari hambatan karena adanya perbedaan arus jalan kendaraan sehingga meminimumkan antrian tunda yang terjadi.

Jl. Veteran–Jl. Bandung–Jl. Bogor adalah jalan yang terletak di pusat keramaian kota Malang. Jalan-jalan tersebut merupakan salah satu simpangan yang menggunakan lampu lalu lintas, sehingga pada jam-jam tertentu pada persimpangan tersebut terjadi antrian tunda kendaraan menjadi lebih lama akibat kemacetan jalan. Kemacetan

biasanya terjadi pada saat arus pulang kerja pada sore hari, kegiatan-kegiatan yang dilakukan di salah satu pusat perbelanjaan kota Malang dan yang paling menyumbang kemacetan adalah ketika beberapa kampus di sekitar kawasan tersebut melakukan kegiatan wisuda. Ketika kemacetan terjadi, jarang terlihat petugas kepolisian untuk membantu mengurai kemacetan pada kawasan tersebut. Kemacetan juga terjadi dikarenakan beberapa angkutan kota yang menuju kawasan Dinoyo memotong jalan setelah berputar menuju lampu lalu lintas yang mengakibatkan kemacetan semakin bertambah.

Terkait permasalahan di atas, penyelesaian pada kawasan Jl. Veteran, Jl. Bandung, dan jalan Bogor dapat dilakukan melalui manajemen lalu lintas berupa pengalihan jalan bagi kendaraan dari Jl. Veteran menuju Jl. Bogor utara melalui Jl. Cianjur sehingga tidak menambah jumlah kendaraan pada lampu lalu lintas sehingga meminimumkan antrian tunda yang terjadi. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi salah satu alternatif penanganan permasalahan transportasi khususnya pada kawasan Jl. Veteran dan persimpangan-persimpangan terpengaruhnya serta permasalahan transportasi Kota Malang dan wilayah-wilayah lain pada umumnya.

1.2 Identifikasi Masalah

Seiring dengan bertambahnya jumlah pendatang di Kota Malang mengakibatkan bertambah pula volume kendaraan yang apabila dikaitkan dengan studi ini akan terjadi permasalahan khususnya pada kawasan Jl. Veteran. Ada pun permasalahan yang ditimbulkan adalah:

1. Jl. Cianjur yang menghubungkan Jl. Veteran dan Jl. Bogor Utara yang jarang dilalui, sehingga mengakibatkan bertambahnya kendaraan pada kawasan Jl. Veteran menuju Jl. Bandung dan Jl. Bogor.
2. Perlu ada perbandingan antara sebelum dan sesudah diterapkan rekayasa lalu lintas.
3. Terdapat simpang bersinyal Jl. Veteran- Jl. Bandung- Jl. Bogor yang mengakibatkan tundaan semakin panjang

1.3 Rumusan Masalah

Berkaitan dengan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dirumuskan suatu permasalahan yang akan diteliti, yaitu:

1. Bagaimana kinerja eksisting pada kawasan Jl. Veteran- Jl. Bandung- Jl. Bogor dan Jl. Cianjur ?
2. Bagaimana dampak manajemen lalu lintas terhadap kinerja lalu lintas pada kawasan Jl. Veteran- Jl. Bandung- Jl. Bogor dan Jl. Cianjur ?

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui pola pergerakan lalu lintas di persimpangan Jl. Veteran- Jl. Bandung- Jl. Bogor di kota Malang, khususnya untuk Mengurangri lamanya antrian tunda pada kawasan Jl. Veteran

1.5 Batasan Masalah

Ruang lingkup pembahasan dalam studi ini yaitu:

1. Lokasi studi adalah kawasan Jl. Veteran- Jl. Bandung- Jl. Bogor di kota Malang.
2. Pedoman yang digunakan adalah standar MKJI 1997.

3. Data primer diambil langsung dari lapangan (survei) yang dilakukan pada jam sibuk pagi, siang dan sore.
4. Data sekunder diambil dari instansi terkait.
5. Membahas pengaruh pengalihan arah arus lalu lintas terhadap antrian tunda yang terjadi pada Jl. Veteran.
6. Membahas upaya lain yang dapat dilakukan dalam mengatasi kemacetan di ruas jalan Veteran.
7. Tidak menggunakan tool atau software manajemen traffic dalam jaringan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi-studi Terdahulu

Manajemen lalu lintas adalah pengelolaan dan pengendalian arus lalu lintas dengan melakukan optimasi penggunaan prasarana yang ada untuk memberikan kemudahan kepada lalu lintas secara efisien dalam penggunaan ruang jalan serta memperlancar sistem pergerakan. Hal ini berhubungan dengan kondisi arus lalu lintas dan sarana penunjangnya pada saat sekarang dan bagaimana mengorganisasikannya untuk mendapatkan penampilan yang terbaik (Kumita et al., 2015, hal 6).

Manajemen lalu lintas dilakukan untuk mendapatkan tingkat efisiensi dari pergerakan lalu lintas secara menyeluruh dengan tingkat aksesibilitas yang tinggi dengan menyeimbangkan permintaan dan sarana penunjang yang tersedia. Selain, melindungi dan memperbaiki keadaan kondisi lingkungan dimana arus lalu lintas berada juga meningkatkan keselamatan dari pengguna sehingga energy yang digunakan efisien (Suhani, 2012, hal 35)

Manajemen lalulintas terbagi menjadi dua bagian yaitu optimasi supply dan pengendalian demand. Yang termasuk dalam kelompok optimasi supply antara lain adalah: pembatasan parkir di badan jalan, jalan satu arah, reversible lane,

laranganbelok kanan pada persimpangan, dan pemasangan lampu lalulintas (Setiawan, 2009, hal 1).

2.1.1 Tujuan Manajemen Lalu Lintas

Tujuan dilaksanakannya Manajemen Lalu Lintas adalah (Alhadar, 2011, hal8):

1. Mendapatkan tingkat efisiensi dari pergerakan lalu lintas secara menyeluruh dengan tingkat aksesibilitas (ukuran kenyamanan) yang tinggi dengan menyeimbangkan permintaan pergerakan dengan sarana penunjang yang ada.
2. Meningkatkan tingkat keselamatan dari pengguna yang dapat diterima oleh semua pihak dan memperbaiki tingkat keselamatan tersebut sebaik mungkin.
3. Melindungi dan memperbaiki keadaan kondisi lingkungan dimana arus lalu lintas tersebut berada.
4. Mempromosikan penggunaan energi secara efisien.

2.1.2 Sasaran Manajemen Lalu Lintas

Sasaran manajemen lalu lintas sesuai dengan tujuan diatas adalah :

1. Mengatur dan menyederhanakan arus lalu lintas dengan melakukan manajemen terhadap tipe, kecepatan dan pemakai jalan yang berbeda untuk meminimumkan gangguan untuk melancarkan arus lalu lintas.
2. Mengurangi tingkat kemacetan lalu lintas dengan menambah kapasitas atau mengurangi volume lalu lintas pada suatu jalan. Melakukan optimasi

ruas jalan dengan menentukan fungsi dari jalan dan terkontrolnya aktifitas-aktifitas yang tidak cocok dengan fungsi jalan tersebut.

2.1.3 Strategi dan Teknik Manajemen Lalu Lintas

Terdapat tiga strategi manajemen lalu lintas secara umum yang dapat dikombinasikan sebagai bagian dari rencana manajemen lalu lintas. Teknik-teknik tersebut adalah (Kumita et al., 2015, hal 6):

Tabel 2. 1 Strategi dan Teknik Manajemen Lalu Lintas

Strategi	Teknik
Manajemen Kapasitas	1) Perbaikan persimpangan 2) Manajemen ruas jalan : – Pemisahan tipe kendaraan – Kontrol “ <i>on-street parking</i> ” (tempat, waktu) – Pelebaran jalan 3) <i>Area traffic control</i> :
Manajemen Prioritas	Prioritas bus, misal jalur khusus bus Akses angkutan barang, bongkar dan muat Daerah pejalan kaki
Manajemen <i>Demand</i> (<i>restraint</i>)	Kebijaksanaan parkir Penutupan jalan <i>Area and cordon licensing</i>

Sumber : *Traffic Managenent, DPU-Dirjen Bina Marga DKI Jakarta*

1. Manajemen Kapasitas, terutama dalam pengorganisasian ruang jalan. Langkah pertama dalam manajemen lalu lintas adalah membuat penggunaan kapasitas dan ruas jalan seefektif mungkin, sehingga pergerakan lalu lintas yang lancar merupakan syarat utama. Arus di persimpangan harus di *survai* untuk

meyakinkan penggunaan kontrol dan geometrik yang optimum. *Right of Way* harus diorganisasikan sedemikian rupa sehingga setiap bagian mempunyai fungsi sendiri, misal parkir, jalur pejalan kaki, kapasitas jalan. Penggunaan ruang jalan sepanjang ruas jalan harus dikoordinasikan secara baik. Jika akses dan parkir diperlukan, *survai* dapat dengan mudah menentukan *demandnya*. Perlunya fasilitas pejalan kaki dapat dengan mudah *disurvai*. Oleh sebab itu, manajemen kapasitas adalah hal yang termudah dan teknik manajemen lalu lintas yang paling efektif untuk diterapkan.

2. Manajemen Prioritas

Terdapat beberapa ukuran yang dapat dipakai untuk menentukan prioritas pemilihan moda transportasi, terutama kendaraan penumpang (bus dan taksi) :

- Jalur khusus bus
- Prioritas persimpangan

Karena bus bergerak dengan jumlah penumpang yang banyak setiap ukuran, untuk memperbaiki kecepatannya walaupun dengan jumlah sedikit akan menguntungkan orang banyak. Juga sering ditemui taksi yang mendapat prioritas. Kendaraan barang tidak perlu prioritas kecuali pada waktu mengantar barang. Metode utama adalah dengan mengizinkan parkir (*short term*) untuk pengantaran pada lokasi dimana kendaraan lainnya tidak diperbolehkan berhenti.

3. Manajemen *Demand*

Manajemen *demand* terdiri dari :

- a) Merubah rute kendaraan pada jaringan dengan tujuan untuk memindahkan kendaraan dari daerah macet ke daerah tidak macet.
- b) Merubah moda perjalanan, terutama dari kendaraan pribadi ke angkutan umum pada jam sibuk. Hal ini berarti penyediaan prioritas ke angkutan umum.
- c) Yang menyebabkan adanya keputusan perlunya pergerakan apa tidak, dengan tujuan mengurangi arus lalu lintas dan juga kemacetan.
- d) Kontrol pengembangan tata guna tanah.

2.2 Klasifikasi Jalan

Menurut Undang-Undang No. 38 tahun 2004 dan PP No. 34 tahun 2006 tentang Jalan, jalan-jalan di lingkungan perkotaan terbagi dalam sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder (Aulia, 2011, hal 42) :

1. Sistem Jaringan Jalan Primer

Sistem jaringan jalan primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan sebagai berikut :

- a. Menghubungkan secara menerus pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan lokal sampai ke pusat kegiatan lingkungan; dan
- b. Menghubungkan antar pusat kegiatan nasional.(Pasal 7 PP No. 34 tahun 2006).Fungsi jalan dalam sistem jaringan primer (Pasal 10 PP No. 34 tahun 2006) dibedakan sebagai berikut :
 - a. Jalan arteri primer

Jalan arteri primer menghubungkan secara berdaya guna antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah.

b. Jalan kolektor primer

Jalan kolektor primer menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal.

c. Jalan lokal primer

Jalan lokal primer menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan.

d. Jalan lingkungan primer

Jalan lingkungan primer menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan.

2. Sistem Jaringan Jalan Sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder

kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil.(Pasal 8 PP No. 34 tahun 2006). Fungsi jalan dalam sistem jaringan jalan sekunder (Pasal 11 PP No. 34 tahun 2006) dibedakan sebagai berikut (Aulia, 2011, hal 43):

a. Jalan arteri sekunder

Jalan arteri sekunder menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu, atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.

b. Jalan kolektor sekunder

Jalan kolektor sekunder menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.

c. Jalan lokal sekunder

Jalan lokal sekunder menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

d. Jalan lingkungan sekunder

Jalan lingkungan sekunder menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan.

Klasifikasi jalan umum menurut statusnya (wewenang pembinaan)

dikelompokkan menjadi (Aulia, 2011, hal44):

a. Jalan Nasional

Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

b. Jalan Provinsi

Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

c. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi, yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

d. Jalan Kota

Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil,

menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.

e. Jalan Desa

Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.3 Karakteristik Lalu Lintas

2.3.1 Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan dengan berat, dimensi dan karakteristik operasi tertentu yang digunakan untuk perencanaan jalan agar dapat menampung kendaraan dari tipe yang ditentukan. Pembagian tipe kendaraan disajikan dalam tabel dibawah ini

Tabel 2. 2 Pembagian Tipe Kendaraan

Tipe Kendaraan	Kode	Karakteristik kendaraan
-----------------------	-------------	--------------------------------

Kendaraan Ringan / <i>Light vehicle</i>	LV	Kendaraan bermotor beroda empat, dengan dua gandar berjarak 2,0 -3,0 m (termasuk kendaraan penumpang, oplet, mikro bis, <i>pick-up</i> dan truk kecil, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
Kendaraan Berat Menengah / <i>Medium Heavy Vehicle</i>	MHV	Kendaraan bermotor dengan dua gandar, dengan jarak 3,5-5,0 m (termasuk bis kecil, truk dua as dengan enam roda, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
Truk Besar / <i>Light Truck</i>	LT	Truk tiga gandar dan truk kombinasi dengan jarak gandar (gandar pertama ke kedua) < 3,5m (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
Bis Besar / <i>Light Bus</i>	LB	Bis dengan dua atau tiga gandar dengan jarak as 5,0-6,0 m.
Sepeda Motor / <i>Motorcycle</i>	MC	Sepeda motor dengan dua atau tiga roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
Kendaraan Tak Bermotor / <i>Un Motorized</i>	UM	Kendaraan bertenaga manusia atau hewan diatas roda (meliputi sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga). Catatan: Dalam manual ini kendaraan tak bermotor tidak dianggap sebagai unsur lalu lintas tetapi sebagai unsur hambatan samping.

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997, hal 1-6)

2.3.2 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. Faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan besarnya kecepatan rencana adalah (Nasution, 2010, hal 25):

1. Keadaan Medan (*Terrain*)

Untuk menghemat biaya tentu saja perencanaan jalan sebaiknya disesuaikan dengan keadaan medan. Sebaliknya fungsi jalan seringkali menuntut perencanaan jalan tidak sesuai dengan kondisi medan dan sekitar, hal ini dapat menyebabkan tingginya volume pekerjaan tanah. Untuk jenis medan datar, kecepatan rencana lebih besar daripada jenis medan pegunungan.

2. Sifat dan Penggunaan Daerah

Kecepatan rencana yang diambil akan lebih besar untuk jalan luar kota daripada jalan perkotaan. Jalan dengan volume lalu lintas yang tinggi dapat direncanakan dengan kecepatan tinggi, karena penghematan biaya operasi kendaraan dan biaya lainnya dapat mengimbangi tambahan biaya akibat diperlukannya tambahan biaya untuk pembebasan tanah dan biaya konstruksinya. Tapi sebaliknya jalan dengan volume lalu lintas rendah tidak dapat direncanakan dengan kecepatan rendah, karena pengemudi memilih

kecepatan bukan berdasarkan volume lalu lintas saja, tetapi juga berdasarkan batasan fisik, yaitu sifat kendaraan pemakai jalan dan kondisi jalan.

Tabel 2. 3 Penentuan Kecepatan Rencana

Tipe	Kelas	Kecepatan Rencana (km/jam)
Tipe I	Kelas 1	100-80
	Kelas 2	80-60
Tipe II	Kelas 1	60
	Kelas 2	60-50
	Kelas 3	40-30
	Kelas 4	30-20

Sumber : Standar Perancangan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, 1992

Kecepatan didefinisikan sebagai suatu laju pergerakan, seperti jarak per satuan waktu, umumnya dalam mil/jam (mph) atau kilometer/jam. Karena begitu beragamnya kecepatan individual di dalam aliran lalu lintas, maka kita biasanya menggunakan kecepatan rata-rata. Sehingga, jika waktu tempuh $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$, diamati untuk n kendaraan yang melalui suatu ruas jalan sepanjang L , maka kecepatan tempuh rata-ratanya adalah :

$$v_s = L / \sum_{i=1}^n \frac{L}{v_i} = nL / \sum_{i=1}^n t_i \quad (2.1)$$

dimana :

v_s = kecepatan tempuh rata-rata atau kecepatan rata-rata ruang (mph)

L = panjang ruas jalan raya (mil)

t_i = waktu tempuh dari kendaraan ke i untuk melalui bagian jalan(jam)

n = jumlah waktu yang diamati

Kecepatan tempuh rata-rata yang telah dihitung disebut *kecepatan rata- rata ruang (space mean speed)*. Disebut kecepatan rata-rata “ruang” karena penggunaan waktu tempuh rata-rata pada dasarnya memperhitungkan rata-rata berdasarkan panjang waktu yang dipergunakan setiap kendaraan di dalam “ruang”.

Cara lain untuk menentukan “kecepatan rata-rata” dari sebuah aliran lalu lintas adalah dengan menentukan *kecepatan rata-rata waktu (v_t)*. Kecepatan rata- rata waktu (*time mean speed*) adalah rata-rata aritmetik dari kecepatan yang diukur pada seluruh kendaraan yang melintasi suatu titik yang tetap di tepi jalan dalam rentang waktu tertentu, di mana dalam kasus ini kecepatan individualnya dikenal dengan istilah kecepatan “spot” (*spot speed*).

$$v_t = (\sum_{i=1}^n v_i) / n \quad (2.2)$$

dimana v_t adalah kecepatan spot, dan n adalah jumlah kendaraan yang diamati.

Dapat diperlihatkan bahwa kecepatan rata-rata waktu adalah rata-rata aritmetik dari kecepatan-kecepatan spot, sedangkan kecepatan rata-rata ruang adalah rata-rata harmonisnya. Kecepatan rata-rata waktu selalu lebih besar daripada kecepatan rata-rata ruang, kecuali pada situasi di mana seluruh kendaraan mempunyai kecepatan yang sama. Dapat diperlihatkan bahwa suatu hubungan yang mirip antara kedua kecepatan rata-rata tersebut adalah :

$$v_t = v_s + (\delta_s^2 / v_s) \quad (2.3)$$

juga,

$$v_s = v_t - (\delta_s^2 / v_t) \quad (2.4)$$

dimana δ_s^2 adalah varian dari kecepatan-kecepatan rata-rata ruang.

$$\delta_s^2 = [\sum (v_i - v_t)^2] / n \quad (2.5)$$

Kecepatan Gerak (*Running Speed*) adalah kecepatan yang diukur dengan mengabaikan hambatan-hambatan waktu henti, seperti hambatan persimpangan dan penyeberangan pejalan kaki. Jadi kecepatan gerak merupakan perbandingan jarak tempuh perjalanan dengan waktu tempuh dikurangi waktu berhenti.

2.3.3 Arus dan Komposisi Lalu Lintas

Arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melalui suatu titik pada ruas jalan tertentu per satuan waktu, yang dinyatakan dalam kend/jam ($Q_{kend.}$) atau smp/jam (Q_{smp}). Pada MKJI 1997, nilai arus lalu lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu lintas. Semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) dikonversikan menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tiap tipe kendaraan (Purnam, 2013, hal 2).

Ekivalensi mobil penumpang (emp) adalah faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan lainnya, $emp = 1,0$). Sedangkan satuan mobil penumpang (smp)

adalah satuan arus lalu lintas dimana arus dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan dengan menggunakan emp.

Pembagian tipe kendaraan berdasarkan emp yaitu (Monoarfa et al., 2013, hal 640) :

- a. Kendaraan ringan (LV) meliputi mobil penumpang, minibus, *pick up*, truk kecil dan jeep atau kendaraan bermotor dua as beroda empat dengan jarak as 2,0 – 3,0 m (klasifikasi Bina Marga).
- b. Kendaraan Berat (HV) meliputi *truck* dan bus atau kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50 m, biasanya beroda lebih dari 4 (klasifikasi Bina Marga).
- c. Sepeda Motor (MC) merupakan kendaraan bermotor beroda dua atau tiga.

2.4 Simpang

Simpang adalah bagian yang sulit dihindarkan dalam jaringan jalan, karena persimpangan jalan merupakan tempat bertemu dan berganti arah arus lalu lintas dari dua jalan atau lebih. Ketika berkendara didalam kota orang dapat melihat bahwa kebanyakan jalan didaerah perkotaan biasanya memiliki persimpangan, dimana pengemudi dapat memutuskan untuk jalan terus atau berbelok dan pindah jalan (Manafe, 2012, hal 22).

Menurut Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (1996), persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan di mana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan bergerak secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Persimpangan-persimpangan merupakan faktor-faktor yang paling

penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah-daerah perkotaan.

Karena persimpangan harus dimanfaatkan bersama-sama oleh setiap orang yang ingin menggunakannya, maka persimpangan tersebut harus dirancang dengan hati-hati, dengan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya operasi, dan kapasitas. Pergerakan lalu lintas yang terjadi dan urutan- urutannya dapat ditangani dengan berbagai cara, tergantung pada jenis persimpangan yang dibutuhkan (C. Jotin Khisty, 2003)

Khisty (2003) menambahkan, persimpangan dibuat dengan tujuan untuk mengurangi potensi konflik diantara kendaraan (termasuk pejalan kaki) dan sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi kendaraan.

2.4.1 Jenis-jenis Simpang

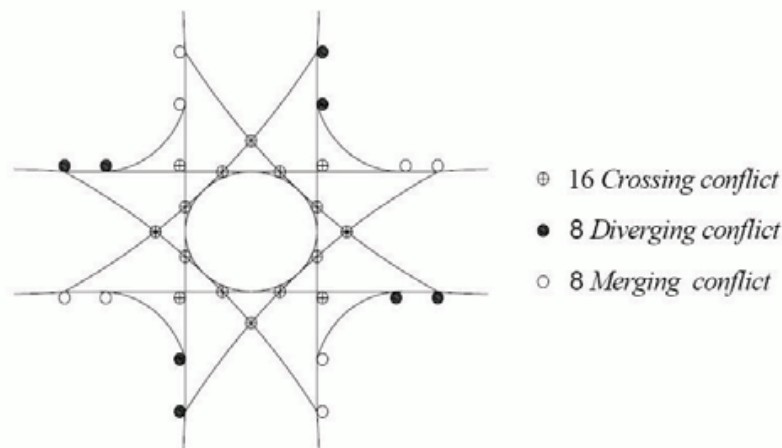
Secara umum terdapat tiga jenis simpang, yaitu persimpangan sebidang, pembagian jalur jalan tanpa *ramp*, dan simpang susun atau *interchange* (Khisty,2003). Sedangkan menurut F.D. Hobbs (1995), terdapat tiga tipe umum pertemuan jalan, yaitu pertemuan jalan sebidang, pertemuan jalan tak sebidang, dan kombinasi antara keduanya.

Persimpangan sebidang (*intersection at grade*) adalah persimpangan dimana dua jalan atau lebih bergabung pada satu bidang datar, dengan tiap jalan raya mengarah keluar dari sebuah persimpangan dan membentuk bagian darinya (Khisty, 2003).

2.4.2 Persinggungan di Persimpangan

Lintasan kendaraan pada simpang akan menimbulkan titik konflik yang berdasarkan alih gerak kendaraan terdapat 4 (empat) jenis dasar titik konflik yaitu berpencar (*diverging*), bergabung (*merging*), berpotongan (*crossing*), dan berjalanan (*weaving*).

Jumlah potensial titik konflik pada simpang tergantung dari jumlah arah gerakan, jumlah lengan simpang, jumlah lajur dari setiap lengan simpang dan pengaturan simpang. Pada titik konflik tersebutberpotensi terjadinya kecelakaan dan kemacetan lalu lintas. Pada simpang empat lengan, titik-titik konflik yang terjadi terdiri dari 16 titik *crossing*, 8 titik *diverging* dan 8 titik *merging* seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2. 1 Titik Konflik pada Simpang Empat Lengan (Sumber: Khisty, 2003)

2.4.3 Geometrik Simpang

2.4.3.1 Alinyemen dan Konfigurasi

Persyaratan yang harus dipenuhi adalah (Manafe, 2012, hal 26):

1. Persimpangan harus direncanakan dengan baik agar pertemuan jalan dari persimpangan mendekati sudut atau sama dengan 90 derajat. Sudut pertemuan antara 60^0 sampai 90^0 masih diijinkan.
2. Jalan yang menyebar pada suatu persimpangan merupakan bagian dari persimpangan dan disebut kaki persimpangan. Pada umumnya persimpangan dari 2 jalan mempunyai 4 kaki. Pada prinsipnya, pada persimpangan sebidang, banyaknya kaki persimpangan jangan sampai lebih dari 5.
3. Pada prinsipnya, pertemuan (*stagger junction*) atau pertemuan (*break junction*) harus dihindarkan, apabila tidak bisa dihindari maka interval jarak kaki yang dibutuhkan harus lebih dari 40 m. Untuk *stagger junction*, sudut pertemuan yang dibutuhkan kurang dari 30 derajat.
4. Arus lalu lintas utama sedapat mungkin dilayani dengan jalur yang lurus atau hampir lurus.

2.4.3.2 Jarak Antara Persimpangan

Jarak antara dua persimpangan harus diusahakan sejauh mungkin. Jarak minimum harus ditentukan sehingga lebih panjang dari beberapa aspek antara lain panjang bagian menyusup, antrian pada lampu lalu lintas, jalur belok kanan atau perlambatan, batas konsentrasi pengemudi (Manafe, 2012, hal 27).

2.4.3.3 Alinyemen Dekat Persimpangan

2.4.3.3.1 Jarak Pandang pada Persimpangan

Sesuai dengan kecepatan rencana dari kondisi jalan yang bersangkutan maupun jenis dari control lalu lintasnya, jarak persimpangan sebaiknya lebih besar daripada angka-angka yang tertera pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. 4 Jarak Persimpangan

Kecepatan rencana	Jarak pandang minimum (m)	
	<i>Signal Control</i>	<i>Stop Control</i>
60	170	107
50	130	80
40	100	55
30	70	35
20	40	20

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, 1992

2.4.3.3.2 Jari-jari Minimum

Jari-jari minimum as jalur lalu lintas di sekitar persimpangan sesuai dengan kecepatan rencana dan jenis kontrol lalu lintas dinyatakan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 2. 5 Jari-Jari Minimum As Jalur Lalu Lintas

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jalan Utama	
	Standar Minimum (m)	Jalan yang menyilang (dengan <i>stop control</i>) (m)
80	280	-
60	150	60
50	100	40
40	60	30
30	30	15
20	15	15

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, 1992

2.4.3.4 Alinyemen Vertikal di Sekitar Persimpangan

Untuk keamanan dan kenyamanan lalu lintas, kelandaian di sekitar persimpangan diusahakan serendah mungkin. Landai maksimum diusahakan tidak lebih dari 2 %.

2.4.3.4.1 Panjang Minimum bagian dengan kelandaian rendah (*low grade section*)

Panjang bagian dengan kelandaian rendah di dekat persimpangan sebaiknya ditentukan oleh perkiraan panjang antrian terjauh selama satu periode berhenti (*cycle*), seperti pada tabel berikut :

Tabel 2. 6 Panjang Minimum Bagian Dengan Kelandaian Rendah

Jalan Tipe II	Panjang Minimum bagian dengan kelandaian rendah
Kelas I	40 m
Kelas II	15 m
Kelas III	15 m
Kelas IV	8 m

Sumber : Standar Perencanaan Goemetrik untuk Jalan Perkotaan, 1992

2.4.3.5 Potongan Melintang di Dekat Persimpangan

2.4.3.5.1 Lebar Jalur

Lebar jalur lalu lintas dan jalur tambahan (standar = 3m) dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. 7 Lebar Jalur Lalu Lintas dan Jalur Tambahan

Kelas Jalan Tipe II	Lebar jalur Lurus (tangen)	Lebar jalur lalu lintas menerus/ dengan jalur tambahan	Lebar jalur tambahan
Kelas I	3,5	3,25 / 3,0	
Kelas II	3,25	3,0 / 2,75	3,25 / 3,0 /
Kelas III	3,25 / 3,0	3,0 / 2,75	

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, 1992

2.4.3.5.2 Jumlah Jalur dan Lokasi

1. Banyak jalur keluar dari persimpangan sebaiknya sama dengan jumlah jalur lalu lintas menerus yang masuk ke persimpangan.
2. Bagian keluar dari jalur lalu lintas menerus hendaknya ditempatkan pada satu garis lurus dengan jalur masuk dan jalur lalu lintas menerus tidak boleh bergeser pada persimpangan

2.4.3.5.3 Pergeseran Jalur (*Lane Shift*)

1. Pergeseran as jalur lalu lintas menerus harus dengan lengkung / taper yang tepat untuk membuat jalur belok apabila diperlukan.
2. Standar taper dan panjang minimum taper seperti yang tercantum dalam tabel di bawah ini :

Tabel 2. 8 Standar Taper dari *Lane Shift*

Kecepatan Rencana (km/jam)	Taper
60	1/30
40	1/20
30	1/15

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, 1992

Tabel 2. 9 Panjang Minimum Taper

Kecepatan	Rumus	Panjang Taper
60	$L = V \frac{dw}{100}$	40
50		35
40		30
30		25
20		20

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, 1992

Dimana :

L = panjang taper (m)

V = kecepatan rencana (km/jam)

dw = pergeseran jalur lalu lintas menerus (m)

Harga terbesar dari perhitungan di atas diambil sebagai nilai minimum taper.

2.4.3.6 Jalur Belok Kanan

2.4.3.6.1 Kriteria Penentuan Jalur Belok Kanan

Semua persimpangan sebidang harus dilengkapi dengan jalur belok kanan, kecuali untuk hal-hal sebagai berikut :

1. Larangan belok kanan pada persimpangan
2. Jalan tipe II, kelas III atau kelas IV dengan kapasitas yang dapat menampung volume lalu lintas puncak.
3. Jalan 2 jalur dengan kecepatan rencana 40 km/jam atau kurang, dimana volume rencana per jam kendaraan kurang dari 200 kend/jam dan perbandingan kendaraan belok kanan kurang dari 20 % dari Volume rencana per jam (DHV).

2.4.3.6.2 Panjang Jalur Belok Kanan

1. Panjang jalur belok kanan dapat ditentukan dengan menjumlahkan panjang taper dan panjang jalur antrian (*storage section*).

$$L = I_t + I_s \quad (2.8)$$

Dimana : L = panjang jalur belok kanan

I_t = panjang taper (m)

I_s = panjang jalur antrian (m)

2. Panjang taper adalah nilai terbesar antara panjang yang diperlukan pada pergeseran dari lalu lintas menerus sampai jalur belok kanan (I_c) dan panjang yang diperlukan untuk memperlambat kendaraan (I_d).

$$I_t = \max(I_c, I_d) \quad (2.9)$$

Dimana : I_t = panjang taper (m)

I_c = panjang yang diperlukan untuk pergeseran jalur(m)

I_d = panjang yang diperlukan untuk memperlambat kendaraan

3. Panjang yang diperlukan untuk pergeseran jalur dihitung dengan memakai rumus:

$$I_c = Vx \frac{dw}{L} \quad (2.10)$$

Dimana : I_c = panjang yang diperlukan untuk pergeseran jalur (m)

V = kecepatan rencana (km/jam)

dw = *lateral shift* (sama dengan lebar jalur belok kanan) (m)

4. Panjang jalur perlambatan dapat diambil dari panjang taper minimum.

5. Panjang jalur antrian pada persimpangan tanpa lalu lintas dihitung dengan rumus berikut didasarkan pada jumlah kendaraan yang akan masuk persimpangan tiap 2 menit pada jam sibuk.

$$I_s = 2 \times m \times s \quad (2.11)$$

Dimana: I_s = Panjang *storage section* (m)

m = rata-rata kendaraan yang belok kanan (kend/menit)

s = *head distance* rata-rata (m)

Rata-rata dibandingkan terhadap perbandingan jumlah bus dan truk terhadap total kendaraan.

Untuk bus dan truk

$s = 12$ m Untuk kendaraan lainnya

$s = 6$ m Jika bus/truk tidak ada

$s = 7$ m

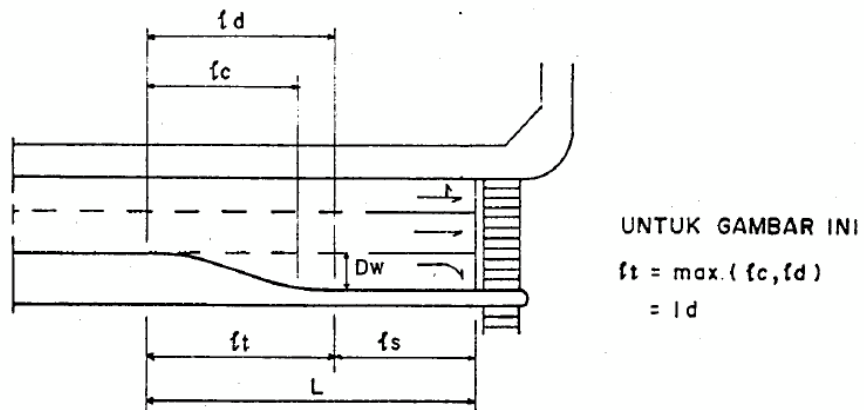
6. Untuk persimpangan yang ada lampu lalu lintasnya, panjang *storage section* = 1,5 m dikalikan rata-rata kendaraan yang antri per *cycle*, yang diproyeksikan pada volume jam rata-rata perencanaan

$$I_s = 1,5 \times N \times s \quad (2.12)$$

Dimana : I_s = panjang *storage section* (m)

N = rata-rata kendaraan yang belok kanan (kend/cycle)

s = *head distance* rata-rata (m)



Gambar 2. 2 Panjang Jalur Belok Kanan

Tabel 2. 10 Panjang Minimum untuk Pergeseran dan Perlambatan

Kecepatan Rencana	Panjang minimum yang di butuhkan untuk perlambatan (I_d) (m)	Panjang minimum yang diperlukan untuk pergeseran (I_c) (m)
80	45	40
60	30	30
50	20	25
40	15	20
30	10	15
20	10	10

Sumber : Standar Perencanaan Geometri untuk Jalan Perkotaan, 1992

2.4.3.7 Jalur Belok Kiri

2.4.3.7.1 Batasan Ketentuan

Jalur belok kiri atau belok kanan dapat diadakan pada kondisi-kondisi sebagai berikut :

1. Sudut kemiringan pada persimpangan adalah 60 derajat atau kurang dan jumlah lalu lintas yang belok kiri cukup banyak.
2. Lalu lintas belok kiri jumlahnya relatif besar pada persimpangan.
3. Kecepatan kendaraan belok kiri tinggi.
4. Jumlah kendaraan belok kiri besar dan jumlah pejalan kaki pada sisi luar jalur belok kiri juga besar.
5. Panjang jalur belok kiri ditentukan dengan cara yang sama dengan jalur belok kanan.

2.4.3.8 Lintasan Belokan pada Persimpangan

Dalam merencanakan persimpangan sebaiknya kendaraan rencana yang dianggap akan masuk lintasan belok tertera dalam tabel berikut, yang didasarkan pada jenis pengaturan lalu lintas dan kelas jalan.

Tabel 2. 11 Lintasan Belokan pada Persimpangan

Pengeluaran L.L.	Bagian		Kelas jalan Tipe II			
			Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
Stop Kontrol	Masuk		S4	T3	T2	T1
	Keluar	Jalan Utama	S4	T3	T2	T1
		Jalan berpotongan		T3	T2	T1
Signal Kontrol	Masuk		S4	T3	T2	T1
	Keluar		S3	T2	T2	T1

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, 1992

Catatan :

1. S = truk semi trailer

T = Truk

2. Angka 1-4 merupakan notasi gerakan membelok

1 = seluruh lebar jalur jalan digunakan

2 = bagian kiri dari jalur jalan digunakan, jalur lawan tidak digunakan.

3 = jalur belok atau jalur paling kanan / kiri dan kedua dari paling kanan /kiri digunakan, jalur berlawanan tidak digunakan.

4 = jalur belok atau jalur paling kanan / kiri saja yang dipakai.

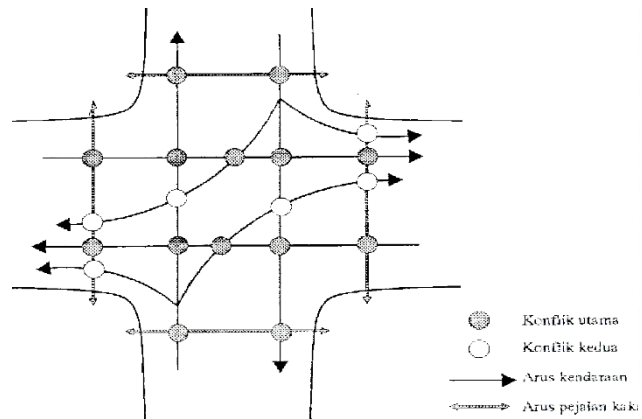
3. Untuk jalan kelas I, jika kendaraan rencana pada jalan utama berbeda dengan kendaraan rencana dari jalan yang menyilang (*crossroad*) maka kendaraan rencana pada jalan yang menyilang dipakai sebagai dasar perencanaan persimpangan tersebut.

2.5 Simpang bersinyal

Simpang – simpang bersinyal merupakan bagian dari sistem kendali waktu tetap yang dirangkai atau sinyal aktual kendaraan terisolir. Simpang bersinyal biasanya memerlukan metode dan perangkat lunak khusus dalam Analisanya (Bayasut, 2010).

Kapasitas simpang dapat ditingkatkan dengan menerapkan aturan prioritas sehingga simpang dapat digunakan secara bergantian. Pada jam-jam sibuk hambatan yang tinggi dapat terjadi, untuk mengatasi hal itu pengendalian dapat dibantu oleh petugas lalu lintas namun bila volume lalu lintas meningkat sepanjang waktu diperlukan sistem pengendalian untuk seluruh waktu (*fulltime*) yang

dapat bekerja secara otomatis. Pengendalian tersebut dapat digunakan alat pemberi isyarat lalu lintas (*traffic signal*) atau sinyal lampu lalu lintas (SLLL).



Gambar 2. 3 Konflik-konflik Utama dan Kedua pada Simpang Bersinyal Empat Lengan (Sumber: MKJI, 1997 Hal 2-3)

Menurut MKJI (1997), pada umumnya penggunaan sinyal lampu lalu lintas pada persimpangan dipergunakan untuk satu atau lebih alasan berikut ini :

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
2. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan- kendaraan dari arah yang bertentangan.

2.5.1 Sinyal Lampu Lalu Lintas

Satu metode yang paling penting dan efektif untuk mengatur lalu lintas di persimpangan adalah dengan menggunakan sinyal lampu lalu lintas (SLLL). Menurut C. Jotin Khisty (2003), sinyal lampu lalu lintas adalah sebuah alat elektrik (dengan sistem pengatur waktu) yang memberikan hak jalan pada satu arus lalu lintas atau lebih, sehingga aliran lalu lintas ini bisa melewati persimpangan dengan aman dan efisien.

Clarkson H. Oglesby (1999) menyebutkan bahwa setiap pemasangan sinyal lampu lalu lintas bertujuan untuk memenuhi satu atau lebih fungsi-fungsi yang tersebut di bawah ini:

1. Mendapatkan gerakan lalu lintas yang teratur.
2. Meningkatkan kapasitas lalu lintas pada perempatan jalan.
3. Mengurangi frekuensi jenis kecelakaan tertentu.
4. Mengkoordinasikan lalu lintas dibawah kondisi jarak sinyal yang cukup baik, sehingga aliran lalu lintas tetap berjalan menerus pada kecepatan tertentu.
5. Memutuskan arus lalu lintas tinggi agar memungkinkan adanya penyeberangan kendaraan lain atau pejalan kaki.
6. Mengatur penggunaan jalur lalu lintas.
7. Sebagai pengendali *ramp* pada jalan masuk menuju jalan bebas hambatan (*entrance freeway*).
8. Memutuskan arus lalu lintas bagi lewatnya kendaraan darurat (*ambulance*) atau pada jembatan gerak.

Sedangkan menurut MKJI (1997), pada umumnya penggunaan sinyal lampu lalu lintas pada persimpangan dipergunakan untuk satu atau lebih alasan berikut ini :

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
2. Untuk member kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan- kendaraan dari arah yang bertentangan.

SLLL yang didesain dan dioperasikan dengan benar dan tepat pada umumnya mempunyai keuntungan terhadap arus lalu lintas sebagai berikut (Manafe, 2012):

1. Menciptakan pergerakan dan hak berjalan secara bergantian dan teratur sehingga meningkatkan daya dukung persimpangan dalam melayani arus kendaraan.
2. Mengurangi terjadinya kecelakaan, khususnya tabrakan "*right angle*" dan kendaraan dengan pejalan kaki.
3. Menciptakan "*gap*" dari arus kendaraan yang pada tuntuk memberi hak berjalan bagi arus kendaraan lain atau pejalan kaki memasuki persimpangan, juga menciptakan "*platoon*" dari arus yang padat.
4. Memberikan mekanisme kontrol lalu lintas yang lebih murah dan efektif dibandingkan dengan cara-cara manual.

5. Memberikan rasa percaya kepada pengendara bahwa hak berjalannya terjamin dan menumbuhkan sikap disiplin.

Sebaliknya, SLLL yang tidak didesain dengan benar dan tidak dioperasikan dengan tepat atau yang tidak di-“*up-date*” dari waktu ke waktu, akan menyebabkan beberapa kerugian bagi arus kendaraan dan menimbulkan biaya sosial yang ditanggung oleh masyarakat, antara lain (Manafe, 2012, hal 29):

1. Terjadinya kelambatan yang tidak perlu baik pada arus utama maupun pada arus sekunder yang melebihi tundaan apabila persimpangan dikontrol dengan rambu “*Stop*”.
2. Meningkatnya kecelakaan seperti tabrakan “*rear-end*” dan juga tabrakan melibatkan kendaraan belok kanan apabila lampu panah hijau tidak ada.
3. Banyaknya fase lampu dapat menurunkan kapasitas ruasjalan akibat meningkatnya rasio waktu hijau terhadap waktu siklus yang akhirnya dapat mengurangi daya dukung dan kapasitas persimpangan dan koridor.
4. SLLL yang tidak didahului oleh studi lalu lintas (*unwarranted*) seringkali menyebabkan kelambatan yang berkepanjangan yang berakibat tidak dihiraukannya kontrol lampu oleh pengendara.
5. Waktu hijau, jumlah fase dan interval yang tidak tepat dari SLLL menyebabkan kelambatan dan antrian kendaraan yang panjang yang merugikan para pengendara, meningkatkan polusi dan pemborosan energi.

Di lain pihak, Clarkson H. Oglesby (1999) menyebutkan bahwa terdapat hal-hal yang kurang menguntungkan dari lampu lalu lintas, antara lain adalah (Manafe, 2012, hal 30):

1. Kehilangan waktu yang berlebihan pada pengemudi atau pejalan kaki.
2. Pelanggaran terhadap indikasi sinyal umumnya sama seperti pada pemasangan khusus.
3. Pengalihan lalu lintas pada rute yang kurang menguntungkan.

Meningkatkan frekuensi kecelakaan, terutama tumbukan bagian belakang kendaraan dengan pejalan kaki.

2.5.2 Tipe Simpang Bersinyal

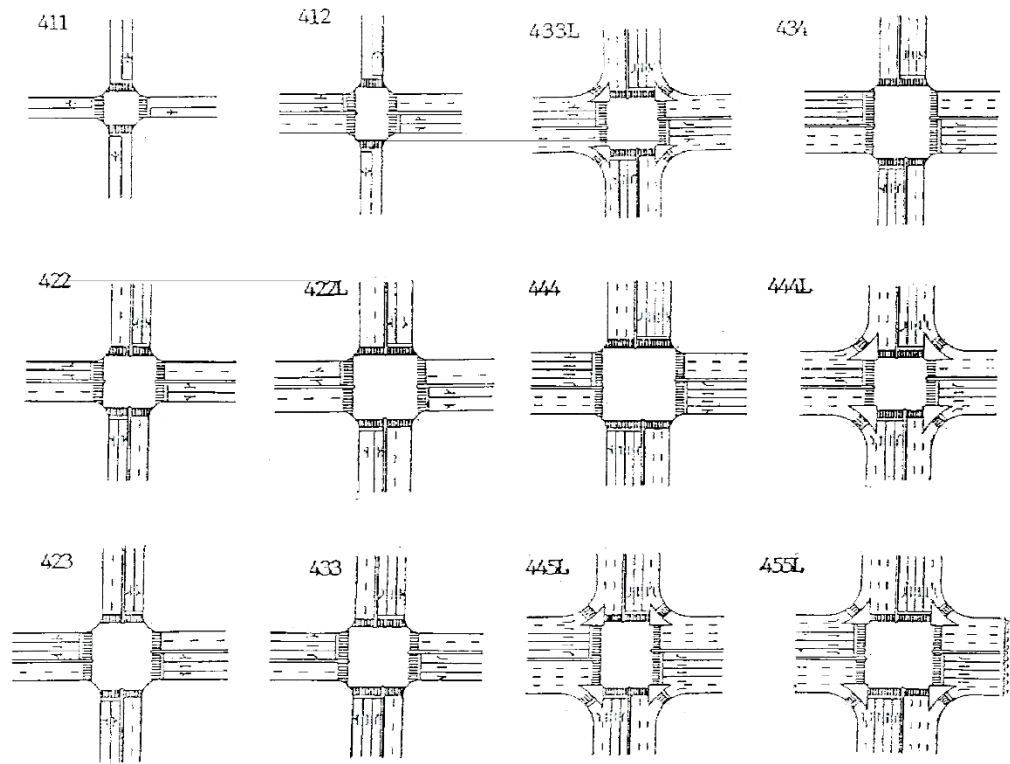
Jenis atau tipe simpang bersinyal dalam MKJI 1997 adalah seperti yang terlihat dalam gambar dan tabel sebagai berikut :

2.5.2.1 Simpang Bersinyal Empat Lengan

Tabel 2. 12 Definisi Jenis Simpang Bersinyal Empat Lengan

Kode jenis	Pendekat jalan utama			Pendekat jalan minor			Jenis fase	
	jumlah lajur	Median	LTOR	jumlah lajur	Median	LTOR	LT/RT %	
							10/10	25/2.5
411	1	N	N	1	N	N	42	42
412	2	Y	N	1	N	N	42	42
422	2	Y	N	2	Y	N	42	42
422L	2	Y	Y	2	Y	Y	42	42
423	3	Y	N	2	Y	N	43A	43C
433	3	Y	N	3	Y	N	44C	44B
433L	3	Y	Y	3	Y	Y	44'	44B
434	4	Y	N	3	Y	N	44C	44B
444	4	Y	N	4	Y	N	44C	44B
444L	4	Y	Y	4	Y	Y	44C	44B
445L	5	Y	Y	4	Y	Y	44C	44B
455L	5	Y	Y	5	Y	Y	44C	44B

Sumber : MKJI 1997 Hal 2-25



Gambar 2. 4 Jenis-Jenis Simpang Empat Lengan

(Sumber : MKJI 1997 Hal 2-24)

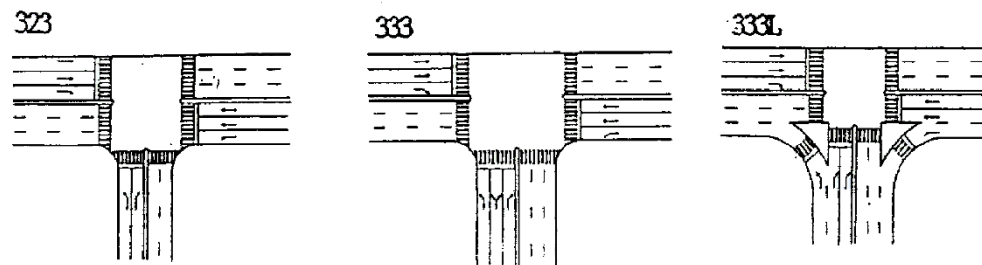
2.5.2.2 Simpang Bersinyal Tiga Lengan

Tabel 2. 13 Definisi Jenis Simpang Bersinyal Tiga Lengan

Kode jenis	Pendekat jalan utama			Pendekat jalan minor			Jenis fase	
	jumlah lajur	Median	LTOR	jumlah lajur	Median	LTOR	LT/RT %	
							10/10	25/25
311	1	N	N	I	N	N	32	32
312	2	Y	N	I	N	N	32	32

322	2	Y	N	2	Y	N	32	32
323	3	Y	Y	2	Y	Y	33	33
311 333	3	Y	312N	3	Y	322N	33	33
333L		Y	Y	3	Y	Y		33

Sumber : MKJI 1997 Hal 2-49



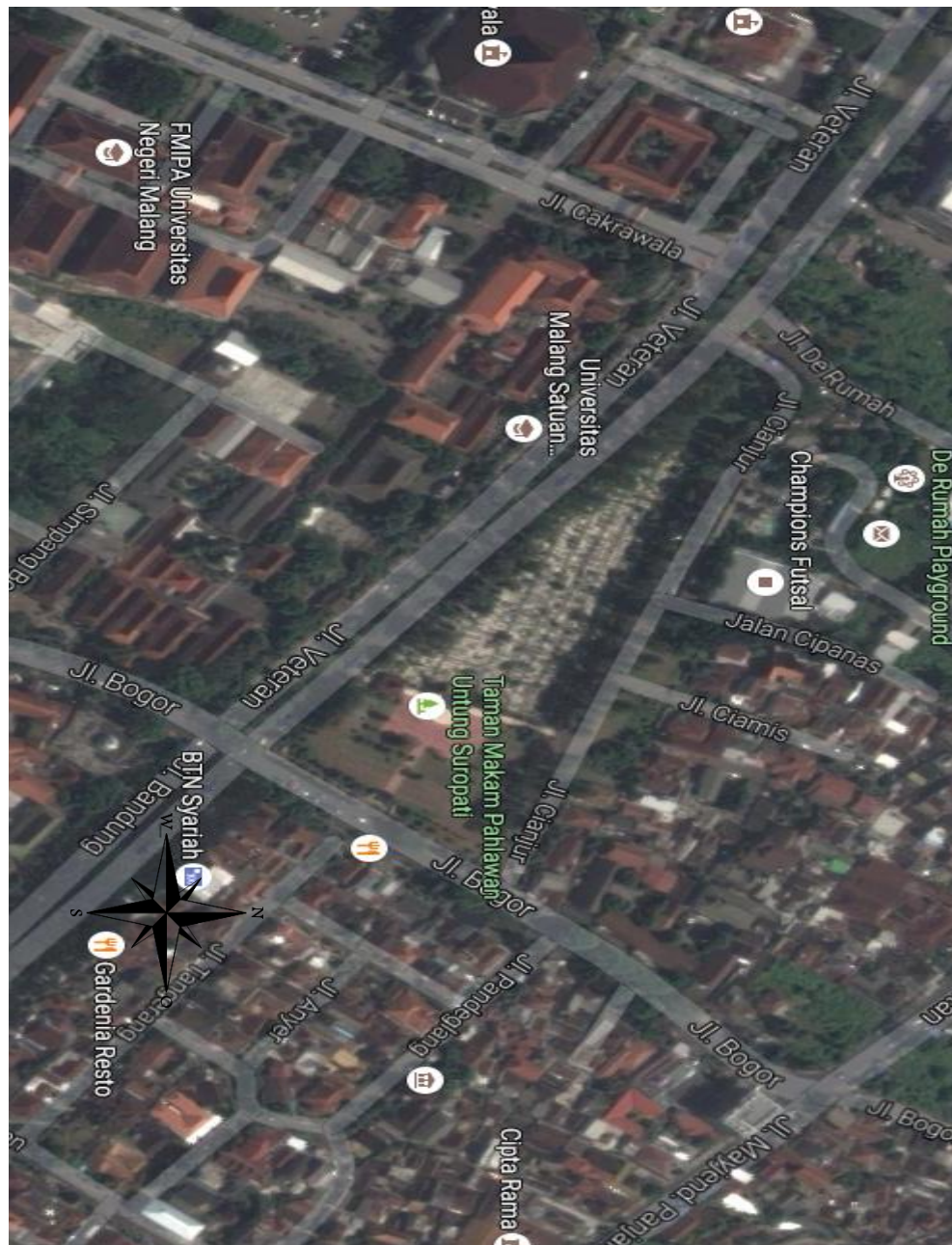
Gambar 2. 5 Jenis-Jenis Simpang Tiga Lengan

(Sumber : MKJI 1997 Hal 2-49)

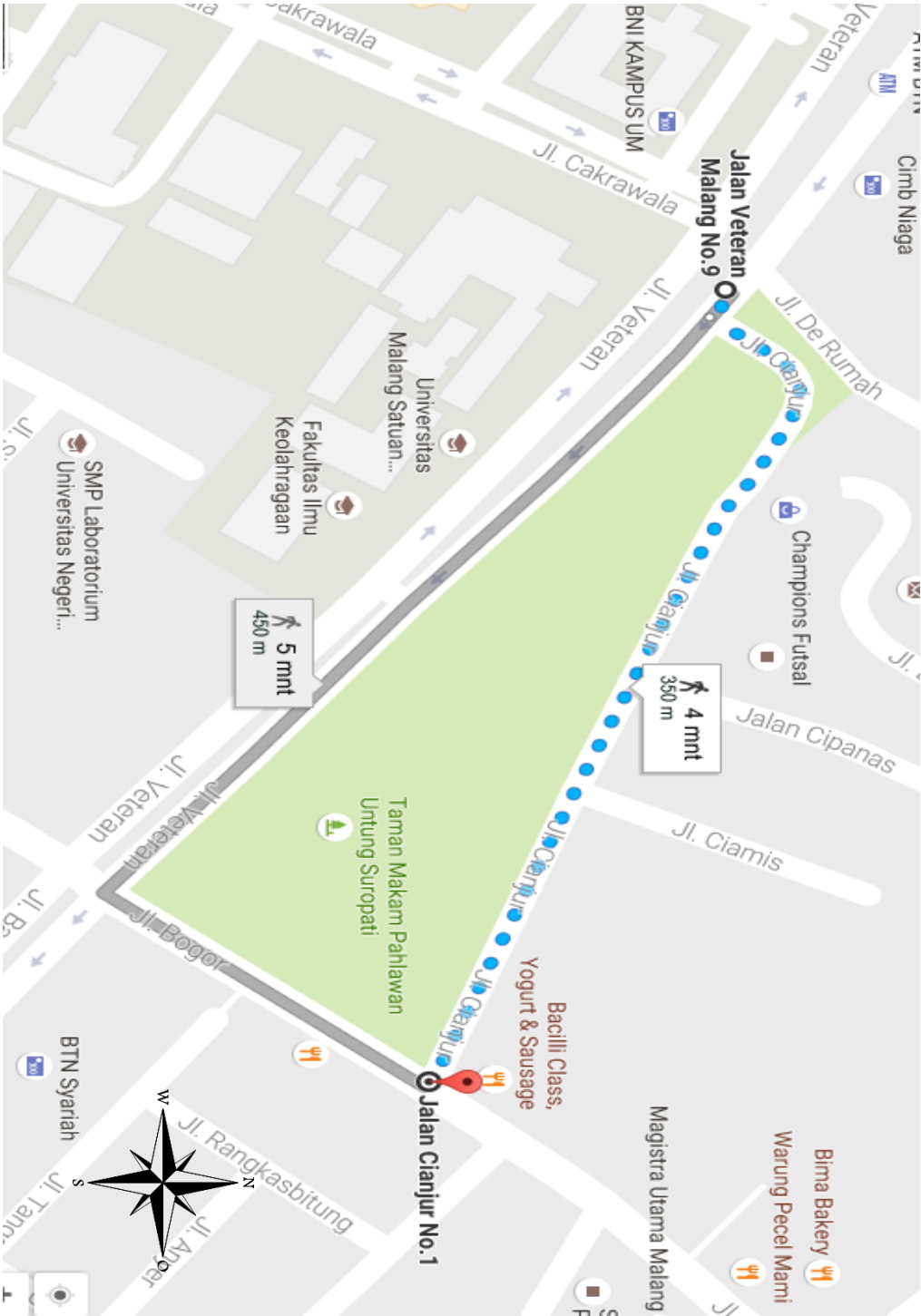
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian ini dapat di lihat pada gambar berikut :



Gambar 3.1 Lokasi Studi



Gambar 3.2 Lokasi Studi

Penelitian ini Berlokasi di Jalan Veteran, Jalan Bogor Utara, dan Jalan Cianjur kecamatan Sukun, Kota Malang. Panjang ruas jalan yang diteliti berkisar ± 450 m diukur dari titik pembelokan Jalan Cianjur pada Jalan Veteran sampai ke titik pertemuan dengan Jalan Cianjur pada Jalan Bogor Utara dan ± 350 m diukur dari titik pembelokan Jalan Cianjur di dalam kawasan Jalan Cianjur itu sendiri sampai di titik keluar Jalan Bogor Utara.

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi :

3.2.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Perangkat keras :
 - a. Laptop Lenovo processor AMD A8-6410 APU with AMD Radeon R5 Graphics 2.00 GHz dan RAM 8 GB
 - b. Kamera Nikon D5300
 - c. Meteran
 - d. Stopwatch
 - e. Alat tulis
2. Perangkat Lunak :
 - a. *Microsoft Excel 2016*
 - b. *Microsof Word 2016*
 - c. Coral Draw X7

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Peta Jaringan Jalan
- b. Panjang dan lebar jalan
- c. Data Kecepatan kendaraan
- d. Arus Jenuh
- e. Belok kiri langsung (LTOR)
- f. Volume lalu lintas
- g. Data jam puncak

3.3 Metode Penumpula Data

Dalam pelaksanaan studi ini perlu dilakukan pengumpulan data, yang mana kemudian data tersebut dianalisa. Data yang dikumpulkan adalah data kendaraan yang melewati Jl. Veteran menuju Jl. Bandung dan Jl. Bogor, dimana sumbernya diperoleh langsung dari pengamatan dilapangan. Data tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1. Geometrik jalan pada kawasan Jl. Veteran.
- 2. Volume kendaraan yang melalui Jl. Veteran menuju Jl. Bandung dan Jl Bogor
- 3. Data kecepatan kendaraan yang melalui Jl, Veteran menuju Jl. Bandung dan Jl. Bogor.
- 4. Data jumlah kendaraan dari Jl. Veteran menuju Jl. Bogor Utara
- 5. Data arus maksimum kendaraan persimpangan ketika lampu lalu lintas terus menyala hijau.

Target data:

1. Volume lalu lintas tiap satuan waktu perjam untuk tiap-tiap jenis kendaraan.
2. Volume jam sibuk untuk setiap bagian waktu, misalnya jam sibuk, pagi, siang, dan sore.

3.4 Waktu dan Tempat Survei

Survei dilakukan selama 3 hari yaitu hari Selasa 18 April 2017, Kamis 20 April 2017 dan Sabtu 22 April 2017. Survey dilakukan pada persimpangan Jl. Veteran- Jl. Bandung- Jl. Bogor Kota Malang.

3.5 Metode Pengambilan Data

3.5.1 Metode survei

Proses pengambilan data dilakukan dengan cara survey kendaraan yang melalui Jl. Veteran menuju Jl. Bandung dan Jl. Bogor dilakukan selama 3 (tiga) hari dalam satu minggu. Pengamatan dilakukan sebanyak 3 sesi dalam satu hari dengan periode waktu 3 jam yang mana sesi tersebut merupakan jam sibuk pada setiap harinya. Untuk sesi pagi pengamatan dilakukan pada pukul 06.00 – 09.00 WIB, sesi siang pukul 11.00 – 14.00 WIB dan sesi sore pada pukul 16.00 – 19.00 WIB

Survei dilakukan bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai volume tiap jenis-jenis kendaraan dan jam sibuk untuk setiap bagian waktu, misalnya jam sibuk pagi, siang dan sore pada persimpangan Jl. Veteran- Jl. Bandung dan Jl. Bogor, terutama jumlah kendaraan yang melalui Jl. Veteran menuju Jl. Bogor Utara.

3.5.2 Tahapan Pelaksanaan

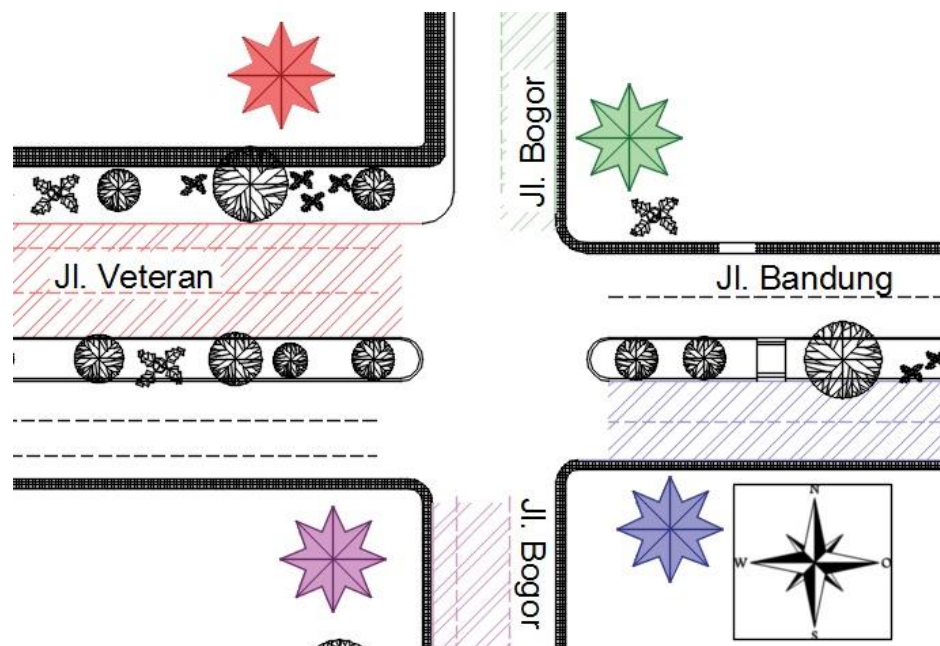
Adapun beberapa tahapan dalam pengumpulan data yaitu:

1. Observasi lapangan

Observasi atau tinjauan langsung ke lapangan untuk mengetahui secara langsung variabel yang mempengaruhi tarikan pergerakan.

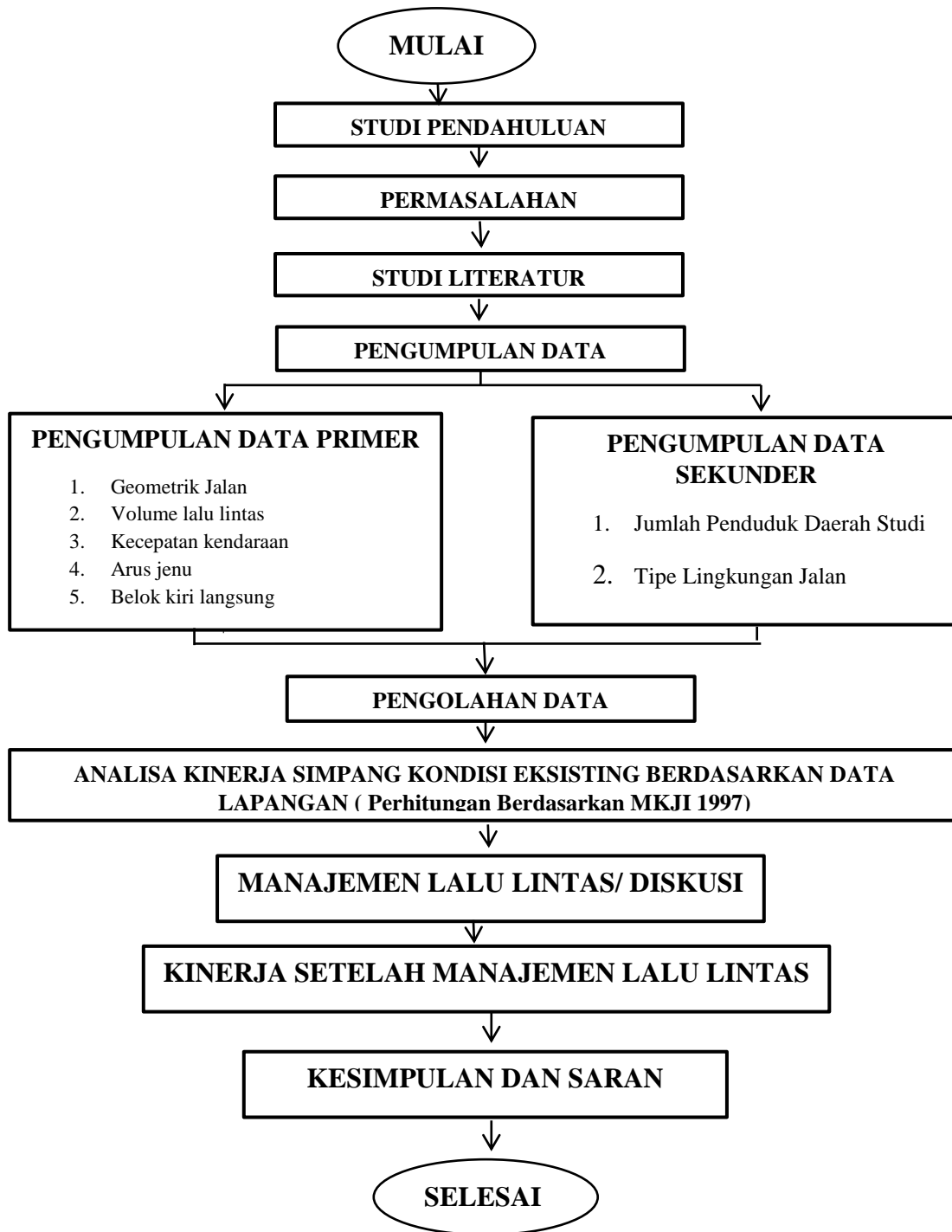
2. Pelaksanaan survei

survei lapangan untuk mengumpulkan data yang dibantu oleh surveyor. Pemberian bekal surveyor berupa penjelasan mengenai posisi surveiyoy dan cara pengumpulan data. Hal ini dilakukan agar dapat mendapatkan hasil yang diinginkan. Surveyor yang membantu adalah sebanyak 12 orang. Disetiap ruas terdapat 3 surveyor, dimana setiap surveyor menghitung hasil Volume, Antrian dan Tundaan disetiap ruas. Sketsa titik survey pada kawasan Jl. Veteran- Jl. Bandung dan Jl. Bogor.



Gambar 3.3 Sketsa Titik Survey

3.6 Bagan Alir



Gambar 3.4 Diagram Alir Studi

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA SURVEY

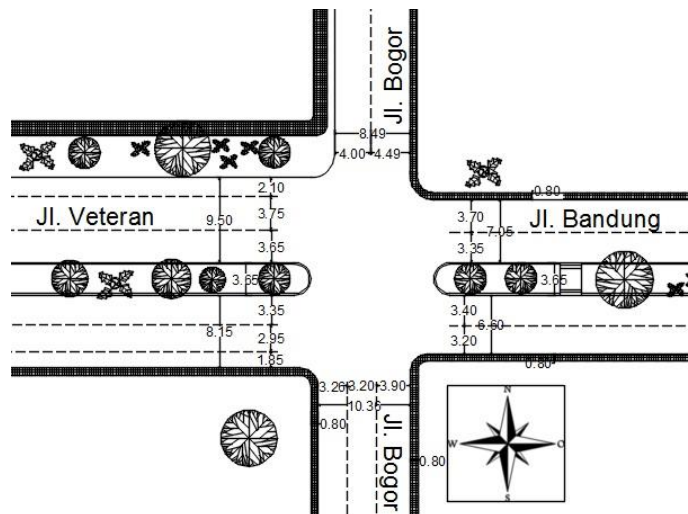
4.1 Data Primer

Data primer terdiri dari data geometrik, data volume lalu lintas dan data hambatan samping yang didapat dengan cara pengamatan langsung di lokasi studi. Berikut pengumpulan data primer di lokasi studi :

4.1.1 Data Survey Pada Persimpangan

4.1.1.1 Dimensi Geometrik

Pada Kawasan Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor ini merupakan simpang bersinyal yang memiliki 4 lengan. Bentuk geometrik pada masing-masing lengan tidak sama. Kawasan tersebut juga memiliki Median pada ruas Jl. Veteran dan ruas Jl. Bandung. Survei yang dilakukan meliputi pengukuran lebar tiap kaki simpang, penentuan lebar pendekatan, dan pencatatan fasilitas lain. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Lokasi Survey Simpang Jl. Veteran, Jl. Bandung dan Jl. Bogor Kota Malang

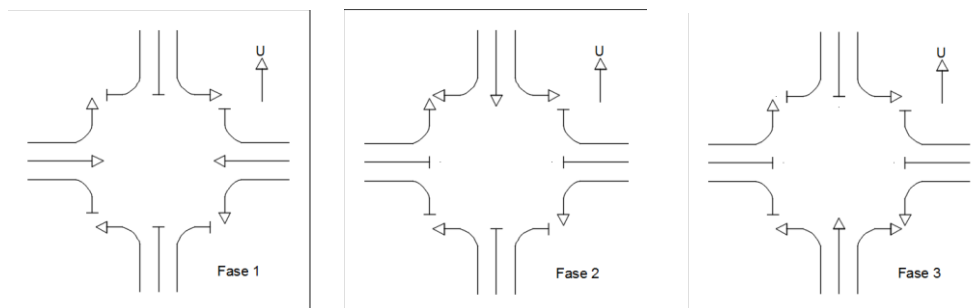
Tabel 4.1 Data Geometrik Simpang Bersinyal

No	Data	Pendekat Jl. Bogor	Pendekat Jl. Bogor	Pendekat Jl. Bandung	Pendekat Jl. Veteran
1	Kode Pendekat	S (Selatan)	U (Utara)	T (Timur)	B (Barat)
2	Jumlah Lajur	1	1	2	2
3	Jumlah Jalur	2	2	2	2
4	Lebar Jalan	10.36	9.49	7.5 & 6.6	9.5 & 8.15
5	Median	Tidak Ada	Tidak Ada	Ada	Ada

Sumber : Pengamatan di lapangan

4.1.1.2 Fase dan Sinyal Lampu Isyarat Lalu Lintas Simpang

Pemisahan – pemisahan pergerakan aruk kendaraan pada simpang menggunakan fase tertentu. Fase (*phase*), adalah bagian dari suatu siklus yang dialokasikan untuk kombinasi pergerakan secara bersamaan mengikuti isyarat lampu lalu lintas. Lampu lalu lintas merupakan peralatan yang dioperasikan secara mekanis, atau elektrik untuk memerintahkan kendaraan-kendaraan agar berhenti atau berjalan. Peralatan standar ini terdiri dari sebuah tiang, dan kepala lampu dengan tiga lampu yang warnanya beda (merah, kuning, hijau).



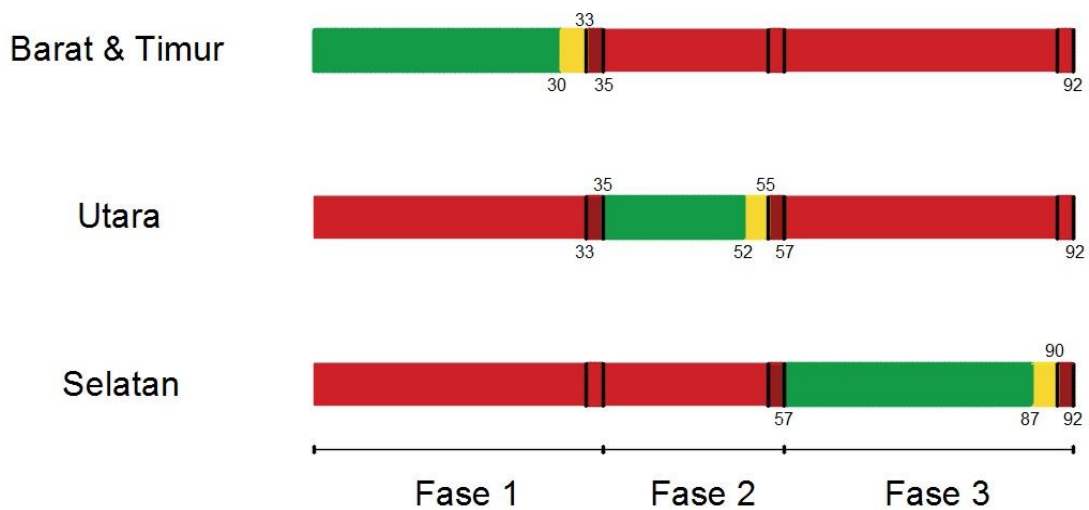
Gambar 4.2 Kombinasi Pergerakan Fase Lalu Lintas Pada Lokasi Studi

Sumber : Hasil Survey Lapangan

Tabel 4.2 Data Geometrik Fase Waktu Siklus Simpang Bersinyal

No	Data	Fase 1	Fase 2	Fase 3
1	Lampu Hijau	30	17	30
2	Lampu Merah	63	76	63
3	Lampu Kuning	3	3	3
Total		96	96	96

Sumber : Hasil Survey Lapangan



Sumber : Hasil Survey Lapangan

Tujuan dari pemasangan lampu lalu lintas menurut MKJI (1997) adalah :

- Menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas yang berlawanan, sehingga kapasitas persimpangan dapat dipertahankan selama keadaan lalu lintas puncak.
- Menurunkan tingkat frekwensi kecelakaan

c. Mempermudah menyeberangi jalan utama bagi kendaraan dan/ atau pejalan kaki dari jalan minor.

Pengaturan simpang dengan sinyal lalu lintas termasuk yang paling efektif, terutama untuk volume lalu lintas pada kaki simpang yang relatif tinggi. Pengaturan ini dapat mengurangi atau menghilangkan titik konflik pada simpang dengan memisahkan pergerakan arus lalu lintas pada waktu yang berbeda.

4.1.1.3 Pengolahan Volume Arus Lalulintas

Pengamatan volume arus lalu lintas di lokasi studi dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung di lapangan. Pengamatan terhadap pengaruh simpang bersinyal kepada besarnya volume arus lalu lintas pada Kawasan Jl. Veteran ,Jl. Bandung dan Jl. Bogor di Kota Malang dilakukan selama 3 (tiga) hari dimana masing masing sesi yaitu sesi pagi pada pukul 06.00 – 09.00 WIB, sesi siang pada pukul 11.00 – 14.00 WIB, dan sesi sore pada pukul 16.00 – 19.00 WIB dengan interval per lima belas menit. Survey volume lalu lintas dilakukan pada setiap lengan simpang dengan 4 pendekat simpang yaitu pendekat Jalan Veteran , Pendekat Jalan Bandung, dan Pendekat Jalan Bogor. Data yang dicatat pada survey volume lalu lintas jumlah setiap jenis kendaraan (kendaraan tak bermotor, kendaraan bermotor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat yang dibedakan antara bus dan truk) dengan arah pergerakan belok kiri, belok kanan dan lurus seperti pada tabel dibawah dengan interval 15 menit. Formulir Survey volume lalu lintas kendaraan bisa dilihat pada lampiran.

Pengolahan arus kendaraan dengan menghitung setiap kendaraan yang melalui titik / pos pengamatan pada setiap lengan simpang lokasi studi. Penyetaraan dalam satuan mobil penumpang (smp) digunakan sebagai dasar perhitungan volume lalu lintas pada

jam puncak. Perhitungan dari kendaraan/jam menjadi smp/jam dihitung dengan jumlah interval 15 menit menjadi 1 jam sesuai ekivalen mobil penumpang yang terdapat pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.

Tabel 4.3 Emp (Ekivalen Mobil Penumpang)

No	Jenis Kendaraan	EMP	
		Pendekat Terlindung	Pendekat Terlawan
1	Kendaraan Ringan (LV)	1.0	1.0
2	Kendaraan Berat (HV)	1.3	1.3
3	Sepeda Motor (MC)	0.2	0.4

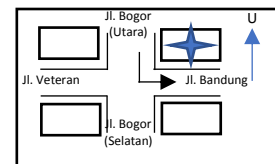
Sumber : (MKJI 1997, Simpang Bersinyal : 2-10)

Untuk memperlihatkan data volume yang didapat, bab ini akan menyajikan beberapa tabel, gambar dan grafik yang merupakan hasil pengolahan data volume yaitu gambar fluktuasi volume lalu lintas dalam 3 hari selama 9 jam/hari, yang ditunjukkan oleh perhitungan dibawah ini (contoh perhitungan) :

Tabel 4.4 Perhitungan Volume Lalu Lintas

FORMULIR SURVEY PERHITUNGAN VOLUME LALU LINTAS

Lokasi / Kode Titik Pengamatan : Jl. Bogor (Utara)
Arah : Jl. Bogor (Belok Kiri)
Cuaca : Cerah
Hari / Tanggal : Selasa, 18 April 2017
Nama Surveyor :



PERIODE	JENIS KENDARAAN			
	Tak Bermotor	Sepeda Motor	Kend. Ringan	Kend. Berat
06.00-06.15	0	43	17	0
06.15-06.30	0	45	21	0
06.30-06.45	0	32	32	0
06.45-07.00	1	45	16	1
07.00-07.15	0	27	12	0
07.15-07.30	0	31	27	0
07.30-07.45	0	27	22	2
07.45-08.00	0	38	31	0
08.00-08.15	1	32	38	3

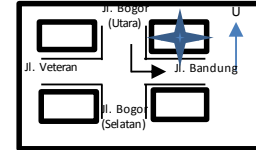
08.15-08.30	0	39	12	0
08.30-08.45	0	32	37	1
08.45-09.00	0	26	21	0
ISTIRAHAT				
11.00-11.15	0	27	7	0
11.15-11.30	0	33	14	1
11.30-11.45	0	52	22	0
11.45-12.00	0	15	15	0
12.00-12.15	0	52	12	2
12.15-12.30	0	15	17	0
12.30-12.45	3	20	12	0
12.45-13.00	0	37	34	0
13.00-13.15	0	26	12	3
13.15-13.30	1	19	16	0
13.30-13.45	0	39	12	0
13.45-14.00	0	24	16	3
ISTIRAHAT				
16.00-16.15	0	34	12	1
16.15-16.30	0	41	25	0
16.30-16.45	0	32	12	0
16.45-17.00	0	37	26	0
17.00-17.15	0	45	32	1
17.15-17.30	0	23	21	1
17.30-17.45	0	21	21	0
17.45-18.00	1	21	17	0
18.00-18.15	1	24	15	0
18.15-18.30	0	25	10	1
18.30-18.45	0	24	21	0
18.45-19.00	0	29	10	3

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Tabel 4. 5 Perhitungan Arus Lalu Lintas

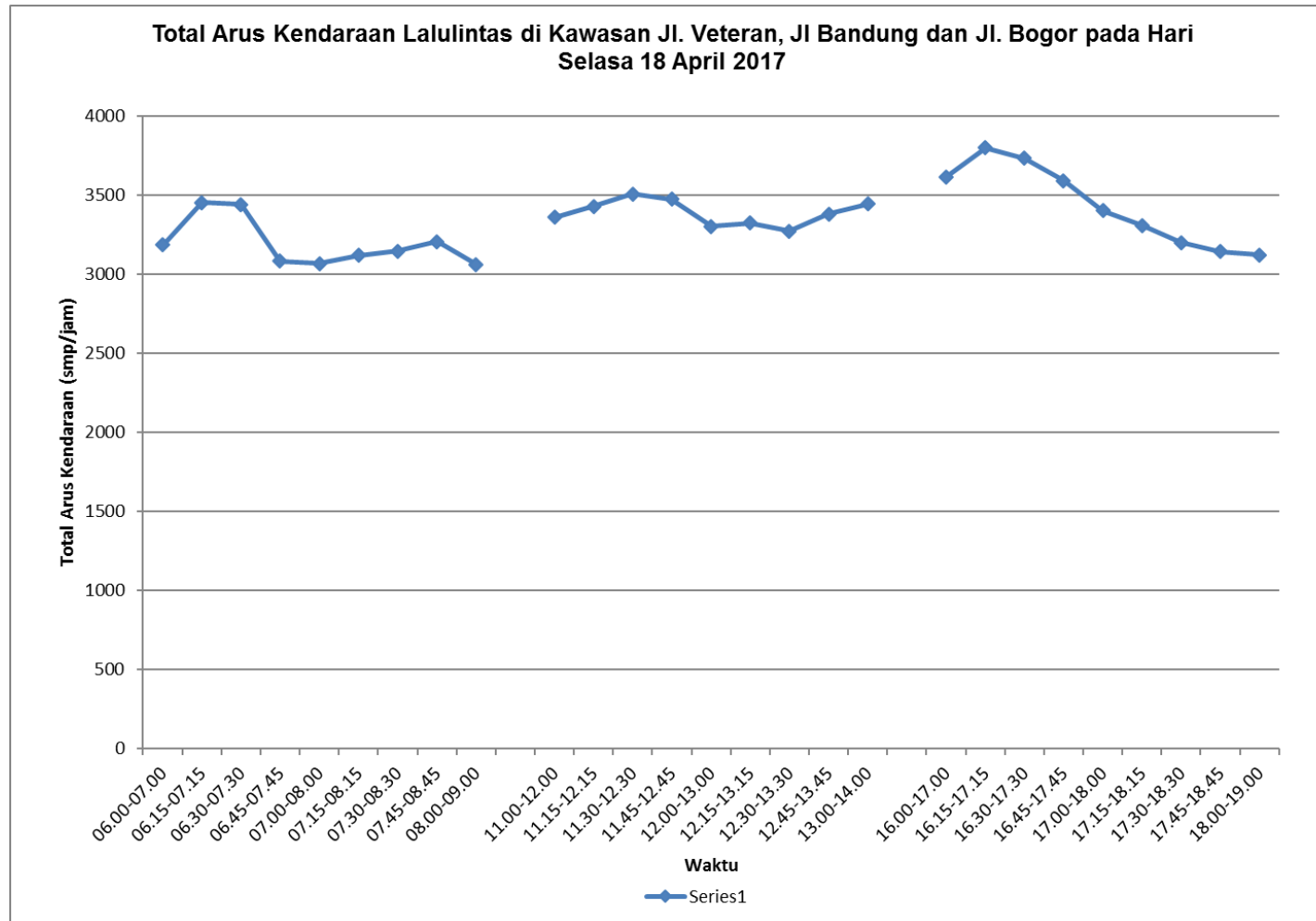
PERHITUNGAN ARUS LALU LINTAS PER ARAH

Lokasi / Kode Titik Pengamatan : Jl. Bogor (Utara)
 Arah : Jl. Bogor (Belok Kiri)
 Cuaca : Cerah
 Hari / Tanggal : Selasa, 18 April 2017
 Nama Surveyor :



PERIODE	JUMLAH KENDARAAN				
	Jumlah Kend.	Sepeda Motor	Kend. Ringan	Kend. Berat	Total Arus
	(Kend/jam)	0,200 (Kend/jam)	1,000 (Kend/jam)	1,300 (Kend/jam)	Kendaraan (Kend/jam)
06.00-07.00	252	33.0	86.0	1.3	120.3
06.15-07.15	231	29.8	81.0	1.3	112.1
06.30-07.30	223	27.0	87.0	1.3	115.3
06.45-07.45	210	26.0	77.0	3.9	106.9
07.00-08.00	217	24.6	92.0	2.6	119.2
07.15-08.15	251	25.6	118.0	6.5	150.1
07.30-08.30	244	27.2	103.0	6.5	136.7
07.45-08.45	263	28.2	118.0	5.2	151.4
08.00-09.00	241	25.8	108.0	5.2	139.0
11.00-12.00	186	25.4	58.0	1.3	84.7
11.15-12.15	218	30.4	63.0	3.9	97.3
11.30-12.30	202	26.8	66.0	2.6	95.4
11.45-12.45	160	20.4	56.0	2.6	79.0
12.00-13.00	201	24.8	75.0	2.6	102.4
12.15-13.15	176	19.6	75.0	3.9	98.5
12.30-13.30	179	20.4	74.0	3.9	98.3
12.45-13.45	198	24.2	74.0	3.9	102.1
13.00-14.00	170	21.6	56.0	7.8	85.4
16.00-17.00	220	28.8	75.0	1.3	105.1
16.15-17.15	251	31.0	95.0	1.3	127.3
16.30-17.30	230	27.4	91.0	2.6	121.0
16.45-17.45	228	25.2	100.0	2.6	127.8
17.00-18.00	203	22.0	91.0	2.6	115.6
17.15-18.15	164	17.8	74.0	1.3	93.1
17.30-18.30	155	18.2	63.0	1.3	82.5
17.45-18.45	158	18.8	63.0	1.3	83.1
18.00-19.00	162	20.4	56.0	5.2	81.6

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas



Gambar 4. 3 Grafik Arus Lalu Lintas Jl. Bogor Utara – Jl. Bandung

Perhitungan Arus Lalu Lintas Total Persimpangan Per Lengan Pada Saat Jam Puncak.

Nilai-nilai yang digunakan merupakan hasil dari perhitungan pada tabel sebelumnya yaitu tabel Arus Lalu Lintas Persimpangan pada masing-masing hari.

Pada Jalan Bogor Utara yang menuju Jalan Bandung diambil contoh perhitungan pada hari Senin 18 April 2017 pukul 06.15-07.15 :

1. Sepeda Motor (MC), nilai ekivalen mobil penumpang untuk sepeda motor pada lengan simpang terlindung 0.2

Total sepeda motor interval 1 (satu) jam = 149 kend/jam

$$\begin{aligned} MC &= 0.2 \times 149 \\ &= 29.8 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2. Kendaraan Ringan (LV), nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan ringan pada lengan simpang terlindung 1,0

Total kendaraan ringan interval 1 (satu) jam = 81 kend/jam

$$\begin{aligned} LV &= 1.0 \times 81 \\ &= 81 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

3. Kendaraan Berat (HV), nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan berat pada lengan simpang terlawan 1,3

Total Kendaraan Berat (Bus) interval 1 (satu) jam = 3 kend/jam

$$\begin{aligned} HV &= 1.3 \times 1 \\ &= 1.3 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

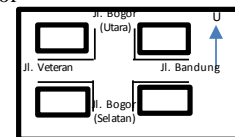
$$\begin{aligned} \text{Total arus kendaraan} &= 29.8 + 81 + 1.3 \\ &= 112.1 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lebih lengkapnya pada setiap lengan simpang bisa dilihat pada lampiran.

*Tabel 4.6 Arus Lalu Lintas Total Pada Hari
Selasa 18 April 2017*

PERHITUNGAN ARUS LALU LINTAS PER ARAH

Lokasi / Kode Titik Pengamatan : Persimpangan Jl. Veteran, Jl. Bandung dan Jl. Bogor
Cuaca : Cerah
Hari / Tanggal : Selasa, 18 April 2017

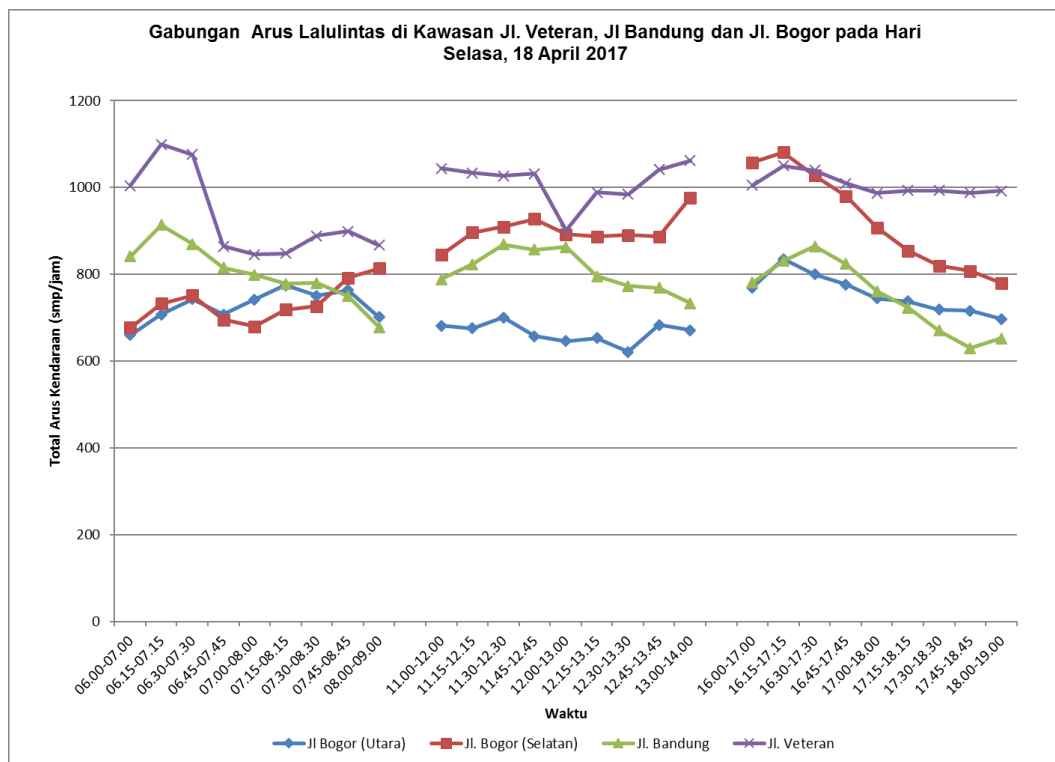


PERIODE	JUMLAH KENDARAAN				Total Arus Kendaraan
	Jalan Bogor	Jalan Bogor	Jalan Bandung	Jalan Veteran	
	Utara	Selatan	Timur	Barat	
06.00-07.00	659.7	677.6	841.5	1004.3	3183.1
06.15-07.15	707.5	732.1	913.9	1099.3	3452.8
06.30-07.30	743.2	751.5	869.8	1076.0	3440.5
06.45-07.45	707.4	695.2	815.3	864.2	3082.1
07.00-08.00	741.7	680.2	799.1	845.6	3066.6
07.15-08.15	774.4	718.6	777.9	847.8	3118.7
07.30-08.30	750.5	726.5	780.0	888.8	3145.8
07.45-08.45	763.6	792.0	749.3	899.4	3204.3
08.00-09.00	701.6	813.9	678.0	867.4	3060.9
11.00-12.00	681.4	844.2	788.9	1044.2	3358.7
11.15-12.15	675.4	896.1	822.9	1033.5	3427.9
11.30-12.30	700.2	909.2	868.5	1026.9	3504.8
11.45-12.45	657.5	927.4	857.0	1031.8	3473.7
12.00-13.00	645.8	891.8	862.7	901.7	3302.0
12.15-13.15	652.6	886.5	795.6	989.1	3323.8
12.30-13.30	621.5	890.4	773.3	984.7	3269.9
12.45-13.45	682.9	886.5	768.4	1041.5	3379.3
13.00-14.00	671.4	977.0	733.4	1061.9	3443.7
16.00-17.00	769.4	1057.8	781.0	1005.5	3613.7
16.15-17.15	835.0	1081.2	831.2	1049.7	3797.1
16.30-17.30	799.5	1027.3	864.8	1039.8	3731.4
16.45-17.45	776.8	979.9	824.2	1009.7	3590.6
17.00-18.00	744.8	907.7	760.9	986.7	3400.1
17.15-18.15	737.7	854.0	722.9	992.8	3307.4
17.30-18.30	718.2	819.4	669.9	992.9	3200.4
17.45-18.45	716.0	807.5	629.8	988.2	3141.5
18.00-19.00	696.8	779.5	652.2	991.8	3120.3

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Pada tabel diatas didapatkan total arus kendaraan pada hari Selasa, 18 April 2017 dimana pada lengan Barat (Jl. Veteran) merupakan ruas yang paling tinggi jumlah

kendaraannya, dimana pada ruas ini banyak kendaraan yang melintas dikarenakan banyaknya aktivitas yang terjadi dari arah Barat seperti sekolah, bank, mall dan kampus. Jumlah total arus kendaraan pada keempat lengan simpang adalah 3452,8 smp/jam pukul 06.15-07.15 WIB, 3504,9 smp/jam pada pukul 11.30-12.30 WIB, dan 3797,1 smp/jam pada pukul 16.15-17.15 WIB. Berikut ini adalah grafik dari arus total kendaraan pada Kawasan Jl. Veteran, Jl. Bandung dan Jl. Bogor di Kota Malang pada hari Selasa, 18 April 2017 :



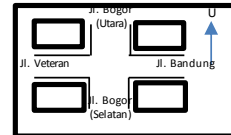
Gambar 4. 4 Grafik Total Arus Kendaraan hari Selasa, 18 April 2017

Untuk total arus kendaraan pada hari Kamis, 20 April 2017 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

*Tabel 4.7 Arus Lalu Lintas Total Pada Hari
Kamis, 20 April 2017*

PERHITUNGAN ARUS LALU LINTAS PER ARAH

Lokasi / Kode Titik Pengamatan : Persimpangan Jl. Veteran, Jl. Bandung dan Jl. Bogor
Cuaca : Cerah
Hari / Tanggal : Kamis, 20 April 2017

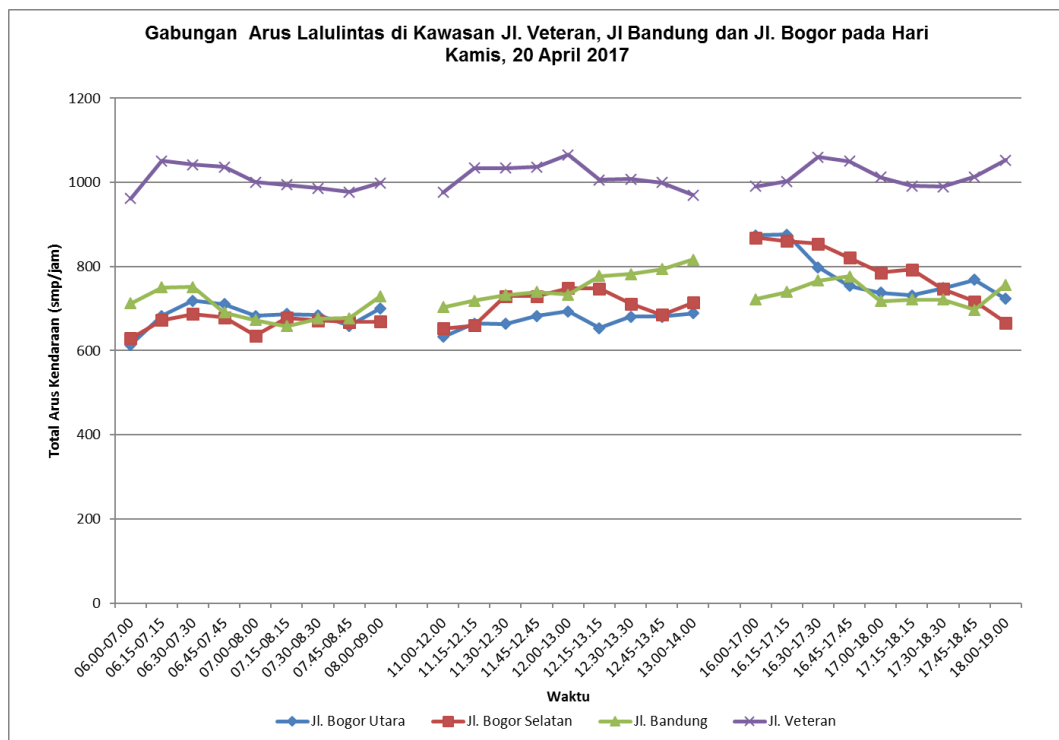


PERIODE	JUMLAH KENDARAAN				
	Jalan Bogor	Jalan Bogor	Jalan Bandung	Jalan Veteran	Total Arus Kendaraan
	Utara	Selatan	Timur	Barat	
06.00-07.00	613.9	629.6	712.8	962.0	2918.3
06.15-07.15	682.6	672.3	750.0	1051.4	3156.3
06.30-07.30	718.8	687.3	750.9	1041.9	3198.9
06.45-07.45	710.5	679.2	691.0	1037.1	3117.8
07.00-08.00	682.9	635.6	672.3	1000.9	2991.7
07.15-08.15	687.3	678.1	657.9	994.0	3017.3
07.30-08.30	684.0	672.2	676.6	986.2	3019.0
07.45-08.45	659.3	668.5	677.5	976.8	2982.1
08.00-09.00	700.9	669.5	729.7	999.0	3099.1
11.00-12.00	632.9	653.1	703.2	976.4	2965.6
11.15-12.15	664.9	660.1	719.2	1033.6	3077.8
11.30-12.30	663.5	729.8	731.9	1033.8	3159.0
11.45-12.45	683.0	729.2	739.3	1036.3	3187.8
12.00-13.00	693.4	748.2	733.3	1065.3	3240.2
12.15-13.15	653.4	748.0	777.1	1006.1	3184.6
12.30-13.30	680.7	711.8	782.3	1007.7	3182.5
12.45-13.45	680.6	685.4	793.3	999.5	3158.8
13.00-14.00	689.1	714.0	816.6	969.7	3189.4
16.00-17.00	874.5	868.9	722.1	990.4	3455.9
16.15-17.15	876.2	861.0	739.4	1002.3	3478.9
16.30-17.30	798.4	854.3	766.2	1059.8	3478.7
16.45-17.45	754.0	821.1	776.5	1050.5	3402.1
17.00-18.00	737.5	785.8	718.3	1011.9	3253.5
17.15-18.15	731.7	792.8	721.7	991.7	3237.9
17.30-18.30	748.6	746.5	721.4	989.8	3206.3
17.45-18.45	768.4	716.6	697.3	1013.0	3195.3
18.00-19.00	722.9	666.1	757.0	1052.6	3198.6

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Pada tabel diatas didapatkan total arus kendaraan pada hari Kamis, 20 April 2017 dimana pada lengan Barat (Jl. Veteran) merupakan ruas yang paling tinggi jumlah kendaraannya, dimana pada ruas ini banyak kendaraan yang melintas dikarenakan banyaknya aktivitas yang terjadi dari arah Barat seperti sekolah, bank, mall dan

kampus. Jumlah total arus kendaraan pada keempat lengan simpang adalah 3198,9 smp/jam pukul 06.30-07.30 WIB, 3240,2smp/jam pada pukul 12.00-13.00 WIB, dan 3478,9 smp/jam pada pukul 16.15-17.15 WIB. Berikut ini adalah grafik dari arus total kendaraan pada Kawasan Jl. Veteran, Jl. Bandung dan Jl. Bogor di Kota Malang pada hari Kamis, 20 April 2017 :

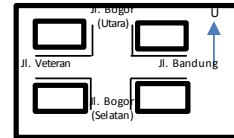


Gambar 4. 5 Grafik Total Arus Kendaraan hari Kamis, 20 April 2017

Untuk total arus kendaraan pada hari Sabtu, 22 April 2017 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

*Tabel 4.8 Arus Lalu Lintas Total Pada Hari
Sabtu, 22 April 2017*
PERHITUNGAN ARUS LALU LINTAS PER ARAH

Lokasi / Kode Titik Pengamatan : Persimpangan Jl. Veteran, Jl. Bandung dan Jl. Bogor
Cuaca : Cerah
Hari / Tanggal : Sabtu, 22 April 2017

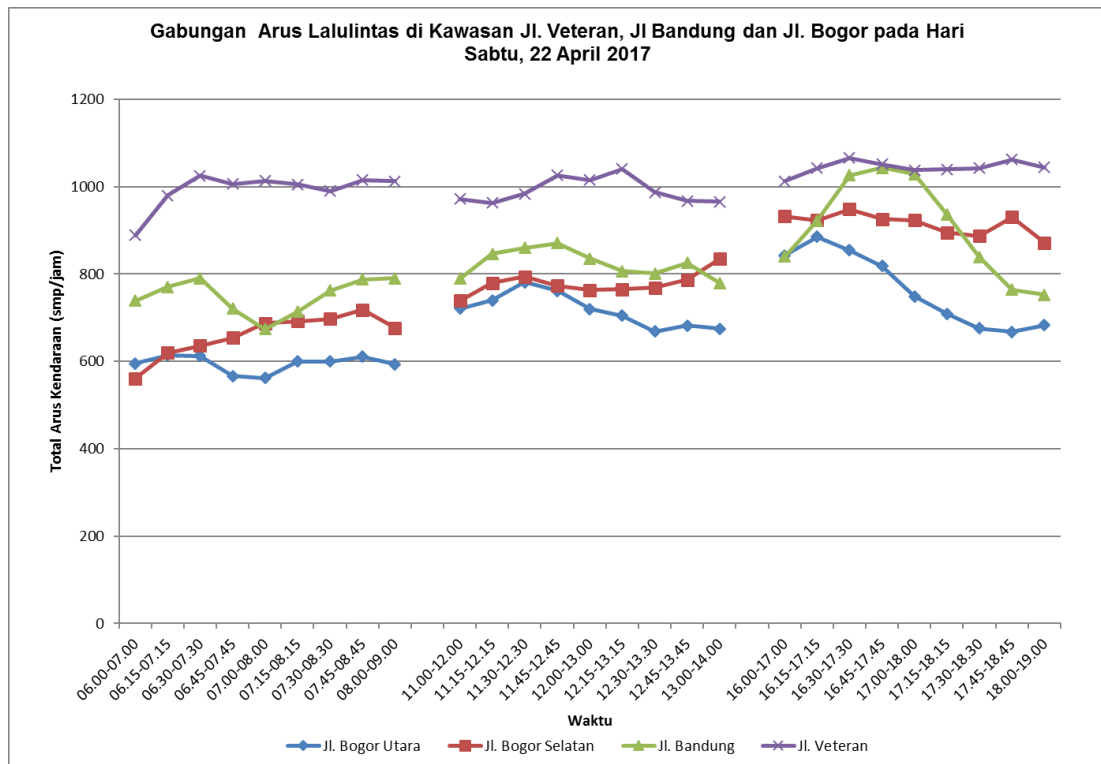


PERIODE	JUMLAH KENDARAAN				
	Jalan Bogor	Jalan Bogor	Jalan Bandung	Jalan Veteran	Total Arus Kendaraan
	Utara	Selatan	Timur	Barat	
06.00-07.00	595.0	561.4	739.4	888.8	2784.6
06.15-07.15	614.7	619.6	770.3	980.1	2984.7
06.30-07.30	612.5	635.7	790.7	1024.9	3063.8
06.45-07.45	566.6	654.1	721.1	1006.5	2948.3
07.00-08.00	562.3	687.9	673.7	1013.3	2937.2
07.15-08.15	599.6	692.2	713.6	1005.5	3010.9
07.30-08.30	599.6	697.1	762.4	990.4	3049.5
07.45-08.45	610.4	717.9	787.3	1015.0	3130.6
08.00-09.00	593.5	676.9	790.6	1012.5	3073.5
11.00-12.00	721.3	738.8	789.7	972.4	3222.2
11.15-12.15	740.2	779.2	846.4	963.0	3328.8
11.30-12.30	781.1	793.7	859.6	983.5	3417.9
11.45-12.45	761.1	772.9	871.1	1025.9	3431.0
12.00-13.00	719.7	763.6	835.8	1015.3	3334.4
12.15-13.15	705.0	765.6	806.8	1040.4	3317.8
12.30-13.30	668.2	769.2	801.7	987.3	3226.4
12.45-13.45	682.4	787.0	825.6	967.1	3262.1
13.00-14.00	674.7	835.0	779.6	965.8	3255.1
16.00-17.00	842.8	932.6	839.8	1012.5	3627.7
16.15-17.15	884.9	923.3	922.2	1042.8	3773.2
16.30-17.30	855.0	948.4	1026.5	1065.5	3895.4
16.45-17.45	818.7	925.5	1043.4	1051.4	3839.0
17.00-18.00	749.0	923.5	1028.8	1038.3	3739.6
17.15-18.15	709.2	895.3	936.9	1039.3	3580.7
17.30-18.30	675.3	887.3	839.2	1042.1	3443.9
17.45-18.45	667.7	930.3	764.1	1062.2	3424.3
18.00-19.00	683.4	871.3	752.4	1044.3	3351.4

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Pada tabel diatas didapatkan total arus kendaraan pada hari Kamis, 22 April 2017 dimana pada lengan Barat (Jl. Veteran) merupakan ruas yang paling tinggi jumlah kendarannya, dimana pada ruas ini banyak kendaraan yang melintas dikarenakan banyaknya aktivitas yang terjadi dari arah Barat seperti sekolah, bank, mall dan kampus. Jumlah total arus kendaraan pada keempat lengan simpang adalah 3130,6

smp/jam pukul 07.45-08.45 WIB, 3255,1 smp/jam pada pukul 13.00-14.00 WIB, dan 3773,2 smp/jam pada pukul 16.15-17.15 WIB. Berikut ini adalah grafik dari arus total kendaraan pada Kawasan Jl. Veteran, Jl. Bandung dan Jl. Bogor di Kota Malang pada hari Sabtu, 22 April 2017 :



Gambar 4. 6 Grafik Total Arus Kendaraan hari Sabtu, 22 April 2017

4.1.1.4 Antrian Lalu lintas

Data antrian lalu lintas didapatkan dari hasil survey langsung di lapangan sesuai dengan kondisi dan keadaan di lapangan. Survey dilakukan selama 3 hari yaitu pada hari Selasa 18 April 2017, Kamis 20 April 2017 dan Sabtu 22 April 2017. Survey dilakukan selama 9 jam, dimana masing masing sesi yaitu sesi pagi pada pukul 06.00 – 09.00 WIB, sesi siang pada pukul 11.00 – 14.00 WIB, dan sesi sore pada pukul 16.00 – 19.00 WIB. Survey dilakukan pada simpang empat Jl. Veteran, Jl. Bandung dan Jl.Bogor.

- Analisa panjang antrian pada simpang Jl. Veteran

a) Analisa jam puncak persimpang

Tabel 4.9 Panjang antrian pada Jl. Veteran hari Selasa, 18 April 2017

Pendekat	Pagi	Siang	Sore
	panjang (m)	panjang (m)	panjang (m)
Jl. Veteran	75	70	71

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Jadi dari perbandingan antara pagi, siang, dan sore diatas, maka dapat di simpulkan bahwa antrian puncak yang terjadi pada kaki simpang Jl. Veteran pada hari Selasa, 18 April 2017 terjadi pada Pagi hari, pukul 6:36 di siklus ke-23 dengan panjang antrian maksimum 75 meter.

Tabel 4.10 Panjang antrian pada Jl. Veteran hari Kamis, 20 April 2017

Pendekat	Pagi	Siang	Sore
	panjang (m)	panjang (m)	panjang (m)
Jl. Veteran	85	61	70

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Jadi dari perbandingan antara pagi, siang, dan sore diatas, maka dapat di simpulkan bahwa antrian puncak yang terjadi pada kaki simpang Jl. Veteran pada hari Kamis, 20 April 2017 terjadi pada Pagi hari, pukul 6:10 di siklus ke- 7 dengan panjang antrian maksimum 85 meter.

Tabel 4.11 Panjang antrian pada Jl. Veteran hari Jumat, 22 April 2017

Pendekat	Pagi	Siang	Sore
	panjang (m)	panjang (m)	panjang (m)
Jl. Veteran	55	96	70

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Jadi dari perbandingan antara pagi, siang, dan sore diatas, maka dapat di simpulkan bahwa antrian puncak yang terjadi pada kaki simpang Jl. Veteran pada hari Sabtu, 22 April 2017 terjadi pada Siang hari, pukul 11:16 di siklus ke- 198 dengan panjang antrian maksimum 96 meter.

b) Perbandingan titik puncak antara hari kerja dan hari libur.

Perbandingan titik puncak antara hari kerja dan hari libur yang terjadi pada kaki simpang Jl. Veteran (arah barat) dapat dilihat pada data dan grafik sebagai berikut:

- Hari Kerja :

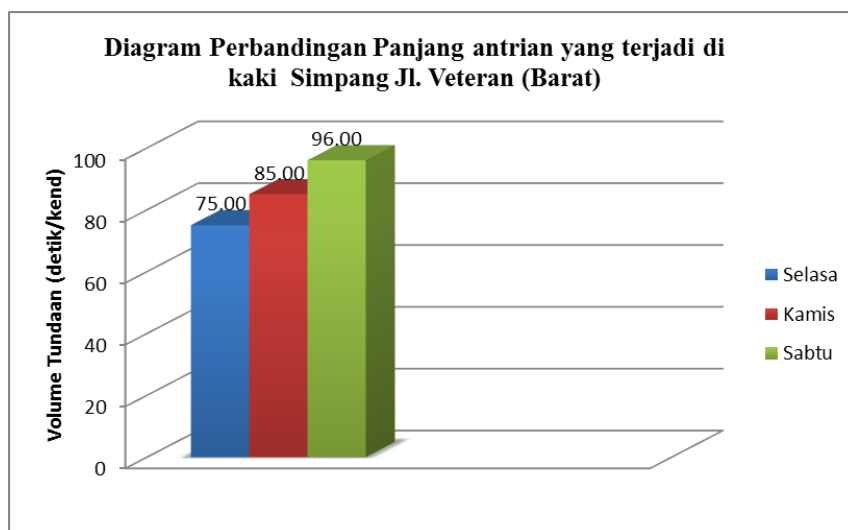
Selasa = 75 Meter, terjadi pada Siang hari pada pukul 6:36

Kamis = 85 Meter, terjadi pada Sore hari pada pukul 6:10

- Hari Libur :

Sabtu = 96 Meter, terjadi pada Sore hari pada pukul 11:16

Panjang antrian dalam 3 hari diatas pada Jl. Veteran (Barat) dapat dilihat pada diagram berikut :



Gambar 4. 7 Diagram Perbandingan Panjang Antrian yang terjadi di kaki Simpang Jl. Veteran

Dari data dan diagram perbandingan kepadatan Panjang antrian diatas dapat kita lihat bahwa Panjang antrian tertinggi terjadi pada hari Sabtu di Siang hari pukul 11:16 dengan panjang antrian 96 meter, panjang antrian tertinggi berikut nya

terjadi pada hari Kamis di Pagi hari pukul 6:10 dengan panjang antrian mencapai 85 meter, dan panjang antrian terendah dalam tiga hari survey di Jl. Veteran terjadi pada hari Selasa di pagi hari pada pukul 6:36 dengan panjang antrian mencapai 75 meter.

Karena panjang antrian tertinggi terjadi pada hari Sabtu yang mana panjang antriannya mencapai 96 meter, maka disimpulkan bahwa panjang antrian maksimal pada kaki simpang Jl. Veteran terjadi pada hari Libur, yaitu hari Sabtu, 22 April 2017 pada siang hari pukul 11:16.

- Analisa panjang antrian pada simpang Jl. Bandung
 - a) Analisa jam puncak persimpangan

Tabel 4.12 Panjang antrian pada Jl. Bandung hari Selasa, 18 April 2017

Pendekat	Pagi	Siang	Sore
	panjang (m)	panjang (m)	panjang (m)
Jl. Bandung	80	44	70

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Jadi dari perbandingan antara pagi, siang, dan sore diatas, maka dapat di simpulkan bahwa antrian puncak yang terjadi pada kaki simpang Jl. Bandung pada hari Selasa, 28 April 2017 terjadi pada Pagi hari, pukul 08:53 di siklus ke- 80 dengan panjang antrian maksimum 80 meter.

Tabel 4.13 Panjang antrian pada Jl. Bandung hari Kamis, 20 April 2017

Pendekat	Pagi	Siang	Sore
	panjang (m)	panjang (m)	panjang (m)
Jl. Bandung	80	44	70

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Jadi dari perbandingan antara pagi, siang, dan sore diatas, maka dapat di simpulkan bahwa antrian puncak yang terjadi pada kaki simpang Jl. Bandung pada hari

Kamis, 20 April 2017 terjadi pada Siang hari, pada pukul 12:37 di siklus ke- 249 dengan panjang antrian maksimum 85 meter.

Tabel 4.14 Panjang antrian pada Jl. Bandung hari Sabtu, 22 April 2017

Pendekat	Pagi	Siang	Sore
	panjang (m)	panjang (m)	panjang (m)
Jl. Bandung	42	40	70

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Jadi dari perbandingan antara pagi, siang, dan sore diatas, maka dapat di simpulkan bahwa antrian puncak yang terjadi pada kaki simpang Jl. Bandung pada hari Sabtu, 22 April 2017 terjadi pada Sore hari, pukul 17:56 di siklus ke- 448 dengan panjang antrian maksimum 70 meter.

b) Perbandingan titik puncak antara hari kerja dan hari libur

Perbandingan titik puncak antara hari kerja dan hari libur yang terjadi pada kaki simpang Jl. Bandung (arah Timur) dapat dilihat pada data dan grafik sebagai berikut:

- Hari Kerja :

Selasa = 80 Meter, terjadi pada Siang hari pada pukul 08:53

Kamis = 85 Meter, terjadi pada Sore hari pada pukul 12:37

- Hari Libur :

Sabtu = 70 Meter, terjadi pada Siang hari pada pukul 17:56

Panjang antrian dalam 3 hari diatas pada Jl. Bandung (Timur) dapat dilihat pada diagram berikut :



Gambar 4.8

Diagram Perbandingan Panjang Antrian yang terjadi di kaki Simpang Jl. Bandung

Dari data dan diagram perbandingan kepadatan Panjang antrian diatas dapat kita lihat bahwa Panjang antrian tertinggi terjadi pada hari Kamis di Sore hari pukul 12:37 dengan panjang antrian 85 meter, panjang antrian tertinggi berikutnya terjadi pada hari Selasa di Siang hari pukul 08:53 dengan panjang antrian mencapai 80 meter, dan panjang antrian terendah dalam tiga hari survey di Jl. Bandung pada hari Selasa di Siang hari pada pukul 11:52 dengan panjang antrian mencapai 44 meter.

Karena panjang antrian tertinggi terjadi pada hari Kamis yang mana panjang antriannya mencapai 85 meter, maka disimpulkan bahwa panjang antrian maksimal pada kaki simpang Jl. Bandung terjadi pada hari kerja,yaitu hari Kamis, 20 April 2017 pada Pagi Siang pukul 17:56

- Analisa panjang antrian pada simpang JL. Bogor Utara
 - a) Analisa jam puncak persimpangan

Tabel 4.15 Panjang antrian pada Jl. Bogor Utara hari Selasa, 18 April 2017

Pendekat	Pagi	Siang	Sore
	panjang (m)	panjang (m)	panjang (m)
Jl. Bogor (utara)	55	87	76

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Jadi dari perbandingan antara pagi, siang, dan sore diatas, maka dapat di simpulkan bahwa antrian puncak yang terjadi pada kaki simpang Jl. Bogor (Utara) pada hari Selasa, 18 April 2017 terjadi pada Siang , pukul 12:36 di siklus ke-248 dengan panjang antrian maksimum 87 meter.

Tabel 4.16 Panjang antrian pada Jl. Bogor Utara hari Kamis, 20 April 2017

Pendekat	Pagi	Siang	Sore
	panjang (m)	panjang (m)	panjang (m)
Jl. Bogor (utara)	50	93	75

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Jadi dari perbandingan antara pagi, siang, dan sore diatas, maka dapat di simpulkan bahwa antrian puncak yang terjadi pada kaki simpang Jl. Bogor (Utara) pada hari Kamis, 20 April 2017 terjadi pada Siang hari, pukul 12:37 di siklus ke-249 dengan panjang antrian maksimum 93 meter.

Tabel 4.17 Panjang antrian pada Jl. Bogor Utara hari Sabtu, 22 April 2017

Pendekat	Pagi	Siang	Sore
	panjang (m)	panjang (m)	panjang (m)
Jl. Bogor (utara)	70	76	151

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Jadi dari perbandingan antara pagi, siang, dan sore diatas, maka dapat di simpulkan bahwa antrian puncak yang terjadi pada kaki simpang Jl. Bogor (Utara) pada hari Sabtu, 22 April 2017 terjadi pada Sore hari, pukul 16:50 di siklus ke- 407 dengan panjang antrian maksimum 151 meter.

b) Perbandingan titik puncak antara hari kerja dan hari libur

Perbandingan titik puncak antara hari kerja dan hari libur yang terjadi pada kaki simpang Jl. Bogor (Utara) dapat dilihat pada data dan grafik sebagai berikut:

- Hari Kerja :

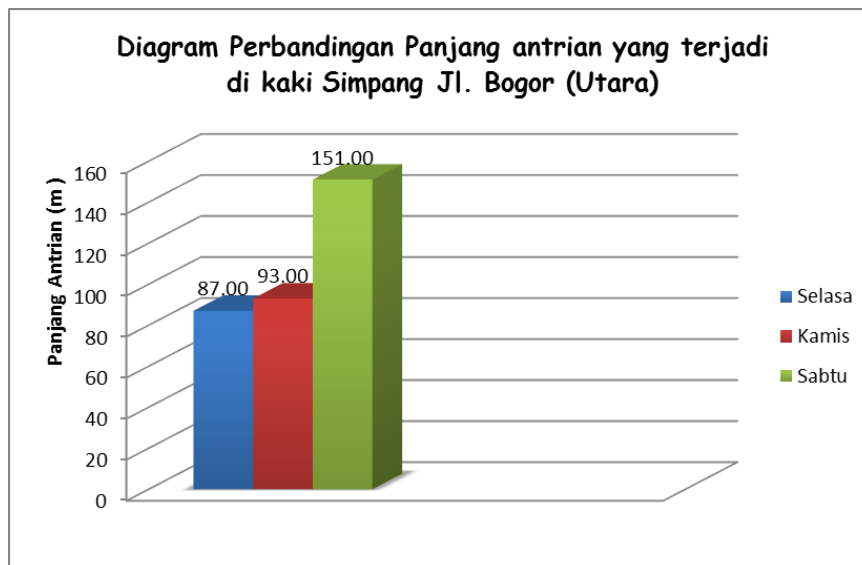
Selasa = 87 Meter, terjadi pada Siang hari pada pukul 12:36

Kamis = 93 Meter, terjadi pada Siang hari pada pukul 12:37

- Hari Libur :

Sabtu = 151 Meter, terjadi pada Siang hari pada pukul 16:50

Panjang antrian dalam 3 hari diatas pada Jl. Bogor (Utara) dapat dilihat pada diagram berikut :



Gambar 4.9 Diagram Perbandingan Panjang Antrian yang terjadi di kaki Simpang Jl. Bogor Utara

Dari data dan diagram perbandingan kepadatan Panjang antrian diatas dapat kita lihat bahwa Panjang antrian tertinggi terjadi pada hari Sabtu pukul 16:50 dengan panjang antrian 151 meter, panjang antrian tertinggi berikutnya terjadi pada hari Kamis di Siang hari pukul 12:37 dengan panjang antrian mencapai 93meter, dan

panjang antrian terendah dalam tiga hari survey di Jl. Bogor (Utara) terjadi pada hari Kamis di Pagi hari pada pukul 08:01 dengan panjang antrian mencapai 50 meter.

Karena panjang antrian tertinggi terjadi pada hari Sabtu yang mana panjang antriannya mencapai 151 meter, maka disimpulkan bahwa panjang antrian maksimal pada kaki simpang Jl. Bogor (Utara) terjadi pada hari libur, yaitu hari Sabtu, 22 April 2017 pada Sore hari pukul 16:50

- Analisa panjang antrian pada simpang JL. Bogor Selatan
 - a) Analisa jam puncak persimpangan

Tabel 4.18 Panjang antrian pada Jl. Bogor Selatan hari Selasa, 18 April 2017

Pendekat	Pagi	Siang	Sore
	panjang (m)	panjang (m)	panjang (m)
Jl. Bogor (Selatan)	48	57	75

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Jadi dari perbandingan antara pagi, siang, dan sore diatas, maka dapat di simpulkan bahwa antrian puncak yang terjadi pada kaki simpang Jl. Bogor (Selatan) pada hari Selasa, 18 April 2017 terjadi pada sore hari, pukul 17:57 di siklus ke- 449 dengan panjang antrian maksimum 75 meter.

Tabel 4.19 Panjang antrian pada Jl. Bogor Selatan hari, Kamis 20 April 2017

Pendekat	Pagi	Siang	Sore
	panjang (m)	panjang (m)	panjang (m)
Jl. Bogor (Selatan)	41	45	85

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Jadi dari perbandingan antara pagi, siang, dan sore diatas, maka dapat di simpulkan bahwa antrian puncak yang terjadi pada kaki simpang Jl. Bogor (Selatan) pada hari Rabu, 20 April 2017 terjadi pada sore hari, pukul 18:10 di siklus ke- 457 dengan panjang antrian maksimum 85 meter.

Tabel 4.20 Panjang antrian pada Jl. Bogor Selatan hari, Jumat 22 April 2017

Pendekat	Pagi	Siang	Sore
	panjang (m)	panjang (m)	panjang (m)
Jl. Bogor (Selatan)	47	63	57

Sumber : Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas

Jadi dari perbandingan antara pagi, siang, dan sore diatas, maka dapat di simpulkan bahwa antrian puncak yang terjadi pada kaki simpang Jl. Bogor (Selatan) pada hari Sabtu, 22 April 2017 terjadi pada Siang hari, pukul 12:13 di siklus ke- 234 dengan panjang antrian maksimum 63 meter.

b) Perbandingan titik puncak antara hari kerja dan hari libur

Perbandingan titik puncak antara hari kerja dan hari libur yang terjadi pada kaki simpang Jl. Bogor (arah Selatan) dapat dilihat pada data dan grafik sebagai berikut:

- Hari Kerja :

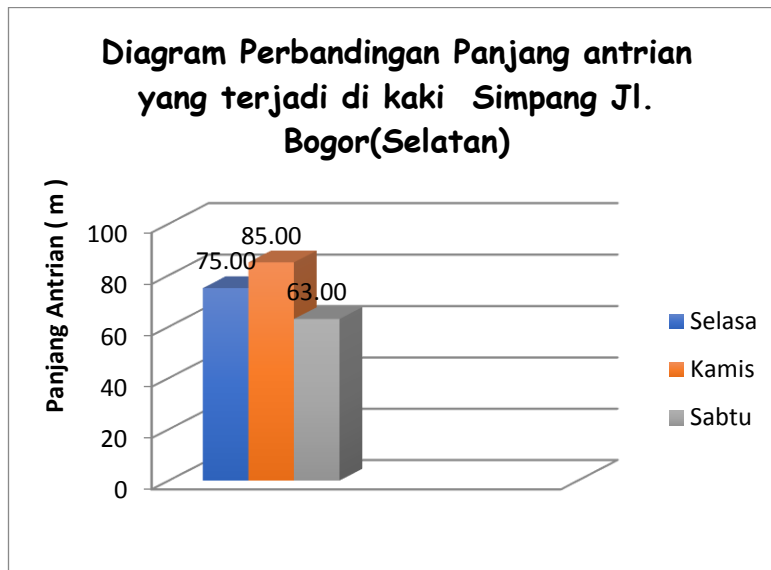
Selasa = 75 Meter, terjadi pada sore hari pada pukul 17:57

Kamis = 85 Meter, terjadi pada sore hari pada pukul 18:10

- Hari Libur :

Sabtu = 63 Meter, terjadi pada Sore hari pada pukul 12:13

Panjang antrian dalam 3 hari diatas pada Jl. Bogor (Selatan) dapat dilihat pada diagram berikut :



Gambar 4.10 Diagram Perbandingan Panjang Antrian yang terjadi di kaki Simpang Jl. Bogor Selatan

Dari data dan diagram perbandingan kepadatan Panjang antrian diatas dapat kita lihat bahwa Panjang antrian tertinggi terjadi pada hari Kamis di Sore hari pukul 18:10 dengan panjang antrian 85 meter, panjang antrian tertinggi berikutnya terjadi pada hari sabtu sore pukul 17:57 dengan panjang antrian mencapai 75 meter, dan panjang antrian terendah dalam tiga hari survey di Jl. Bogor (Selatan) terjadi pada hari Sabtu di Siang hari pada pukul 12:13 dengan panjang antrian mencapai 63 meter.

Karena panjang antrian tertinggi terjadi pada hari Kamis yang mana panjang antriannya mencapai 85 meter, maka disimpulkan bahwa panjang antrian maksimal pada kaki simpang Jl. Bogor (Seltan) terjadi pada hari kerja, yaitu hari Kamis, 20 April 2017 pada sore hari pukul 18:10

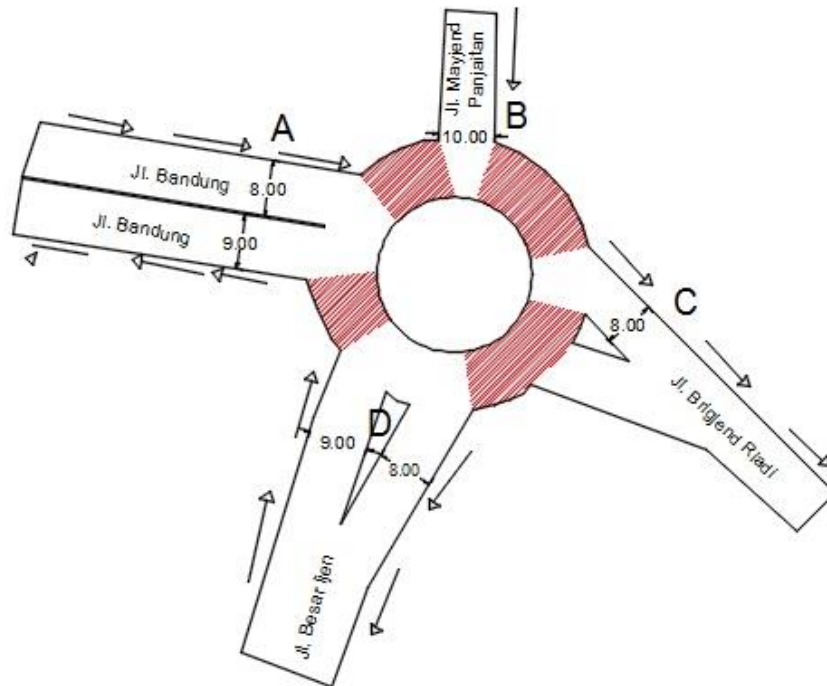
4.1.1.5 Tundaan Lalu lintas

Data tundaan lalu lintas didapatkan dari hasil survey langsung di lapangan sesuai dengan kondisi dan keadaan di lapangan. Survey dilakukan selama 3 hari yaitu pada hari Selasa 18 April 2017, Kamis 20 April 2017 dan Sabtu 22 April 2017. Survey dilakukan selama 9 jam, dimana masing masing sesi yaitu sesi pagi pada pukul 06.00 – 09.00 WIB, sesi siang pada pukul 11.00 – 14.00 WIB, dan sesi sore pada pukul 16.00 – 19.00 WIB. Survey dilakukan pada simpang empat Jl. Veteran, Jl. Bandung dan Jl. Bogor.

4.1.2 Data Survey pada Bundaran

4.1.2.1 Dimensi Geometrik

Pada Kawasan Tugu Bundaran Jl. Bandung ini merupakan bundaran yang yang memiliki 4 lengan. Bentuk geometrik pada masing-masing lengan tidak sama.. Survei yang dilakukan meliputi pengukuran lebar tiap kaki bundaran, penentuan lebar pendekatan, dan pencatatan fasilitas lain. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut:

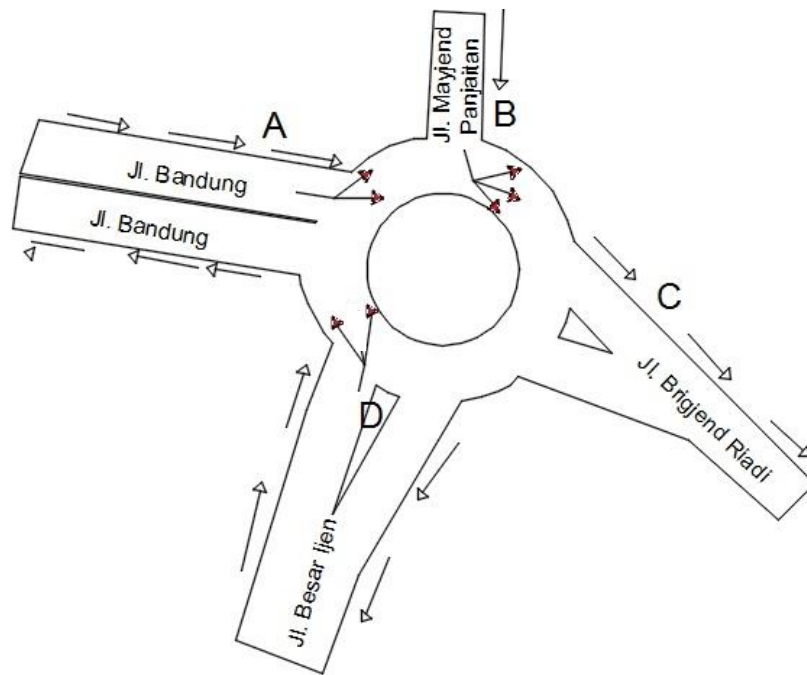


Gambar 4.11 Gambar Lokasi Tugu Bundaran Jl. Bandung

Dari gambar diatas diketahui data geometriknya sebagai berikut:

1. Lebar Masuk W_x , lebar masuk pada kaki Jl. Bandung (A) adalah 8 m, Jl. Mayjend Panjaitan (B) adalah 10 m dan Jl. Besar Ijen (D) adalah 9 m.
2. Lebar Jalanan (WW), lebar jalanan pada AB adalah 6 m, BC adalah 6 m, CD adalah 6 m dan DA adalah 6 m.
3. Panjang Jalanan (LW), Panjang Jalanan pada AB adalah 9.53 m, BC adalah 15.97 m, CD adalah 9.75 m dan DA adalah 4.15 m.

Dengan Rasio Jalanan putaran sebagai berikut



Gambar 4.12 Gambar Rasio Jalinan putaran Tugu Bundaran Jl. Bandung

Dimana Jl. Bandung (A) dapat menuju Jl. Brigjend Riadi dan Jl. Besari Ijen, sedangkan Jl. Mayjend Panjaitan (B) dapat menuju Jl. Besar Ijen dan Jl. Bandung, begitu pula dengan Jl. Besar Ijen (D) dapat menuju Jl. Bandung dan Jl. Brigjend Riadi.

4.1.2.2 Pengolahan Volume Arus Bundaran

Pengamatan volume arus Bundara di lokasi studi dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung di lapangan. Pengamatan Tugu Bundaran berpengaruh terhadap besarnya volume arus lalu lintas pada Kawasan Jl. Veteran ,Jl. Bandung dan Jl. Bogor di Kota Malang dilakukan selama 3 (Tiga) hari dimana masing masing sesi yaitu sesi pagi pada pukul 06.00 – 09.00 WIB, sesi siang pada pukul 11.00 – 14.00 WIB, dan sesi sore pada pukul 16.00 – 19.00 WIB dengan interval per lima

belas menit. Contoh data survey pada hari Selasa 18 April 2017 adalah sebagai berikut

Tabel 4.21 Perhitungan Arus Jl. Bandung

Lokasi Pengamatan : Jl. Bandung
 Hari / Tanggal : Selasa, 18 April 2017
 Nama Surveyor :

PERIODE						
	Sepeda Motor		Kend. Ringan		Kend. Berat	
	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan
06.00-06.15	246	164	95	63	2	2
06.15-06.30	299	199	92	61	2	2
06.30-06.45	272	182	81	54	2	2
06.45-07.00	287	192	68	46	2	2
07.00-07.15	253	169	90	60	1	1
07.15-07.30	289	193	63	42	1	1
07.30-07.45	266	177	99	66	1	1
07.45-08.00	253	169	107	72	2	2
08.00-08.15	245	164	72	48	2	2
08.15-08.30	285	190	63	42	1	1
08.30-08.45	240	160	101	67	2	2
08.45-09.00	252	168	68	46	1	1
ISTIRAHAT						
11.00-11.15	245	164	88	59	1	1
11.15-11.30	233	155	97	65	1	1
11.30-11.45	281	187	69	46	2	2
11.45-12.00	238	159	68	45	2	2
12.00-12.15	305	204	102	68	2	2
12.15-12.30	263	175	65	43	1	1
12.30-12.45	288	192	84	56	2	2
12.45-13.00	240	160	99	66	1	1
13.00-13.15	249	166	82	55	2	2
13.15-13.30	255	170	76	51	2	2
13.30-13.45	248	165	106	71	1	1
13.45-14.00	247	165	87	58	2	2
ISTIRAHAT						
16.00-16.15	240	160	97	65	1	1
16.15-16.30	302	202	106	71	2	2

16.30-16.45	266	177	96	64	2	2
16.45-17.00	253	169	90	60	2	2
17.00-17.15	296	198	74	49	2	2
17.15-17.30	239	159	107	72	1	1
17.30-17.45	298	199	101	67	1	1
17.45-18.00	264	176	99	66	1	1
18.00-18.15	269	180	96	64	2	2
18.15-18.30	260	174	86	57	2	2
18.30-18.45	264	176	83	55	2	2
18.45-19.00	275	184	101	68	2	2

Sumber: Survey Lapangan

Maka didapat data perjam sebagai berikut:

Tabel 4.22 Perhitungan Arus Jl. Bandung

Lokasi Pengamatan : Jl. Bandung

Hari / Tanggal : Selasa, 18 April 2017

Nama Surveyor :

PERIODE	Sepeda Motor		Kend. Ringan		Kend. Berat		Arus		Arus Total
	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	
06.00-07.00	552	369	336	224	10	10	898	603	1501
06.15-07.15	556	371	331	221	9	9	896	601	1497
06.30-07.30	551	368	302	202	8	8	860	578	1438
06.45-07.45	548	366	320	214	7	7	874	586	1460
07.00-08.00	531	354	359	240	7	7	896	601	1497
07.15-08.15	527	352	341	228	8	8	875	587	1463
07.30-08.30	525	350	341	228	8	8	873	586	1459
07.45-08.45	512	342	343	229	9	9	864	580	1443
08.00-09.00	511	341	304	203	8	8	823	552	1375
11.00-12.00	499	333	322	215	8	8	828	555	1384
11.15-12.15	529	353	336	224	9	9	874	586	1459
11.30-12.30	544	363	304	202	9	9	857	574	1430
11.45-12.45	547	365	319	212	9	9	875	586	1461
12.00-13.00	548	366	350	233	8	8	906	606	1512
12.15-13.15	520	347	330	220	8	8	858	574	1432
12.30-13.30	516	344	341	228	9	9	866	581	1447
12.45-13.45	496	331	363	243	8	8	867	581	1448
13.00-14.00	500	333	351	235	9	9	860	577	1437
16.00-17.00	531	354	389	260	9	7	929	621	1549
16.15-17.15	559	373	366	244	10	9	935	626	1561
16.30-17.30	527	352	367	245	9	10	903	607	1510
16.45-17.45	543	363	372	248	8	9	923	620	1542
17.00-18.00	549	366	381	254	7	8	936	628	1564
17.15-18.15	535	357	403	269	7	7	945	633	1577
17.30-18.30	546	365	382	254	8	7	935	625	1560
17.45-18.45	529	353	364	242	9	8	902	603	1504
18.00-19.00	534	357	366	244	10	9	910	610	1521

Sumber: Survey Lapangan

Tabel 4.23 Perhitungan Arus Jl. Mayjend Panjaitan

Lokasi Pengamatan : Jl. Mayjend Panjaitan

Hari / Tanggal : Selasa, 18 April 2017

Nama Surveyor :

PERIODE									
	Sepeda Motor			Kend. Ringan			Kend. Berat		
	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan
06.00-06.15	88	59	147	24	16	40	1	1	3
06.15-06.30	98	66	163	25	17	41	1	1	1
06.30-06.45	93	62	155	32	21	52	1	1	2
06.45-07.00	99	66	164	31	21	51	1	1	1
07.00-07.15	114	76	190	31	21	51	1	1	2
07.15-07.30	108	72	180	25	17	41	1	1	3
07.30-07.45	89	59	147	31	21	51	1	1	1
07.45-08.00	107	72	178	30	20	49	1	1	1
08.00-08.15	106	71	176	24	16	39	1	1	2
08.15-08.30	92	61	153	31	21	51	1	1	1
08.30-08.45	116	78	193	27	18	45	1	1	1
08.45-09.00	103	69	171	29	19	47	1	1	1
ISTIRAHAT									
11.00-11.15	89	60	148	23	16	38	1	1	3
11.15-11.30	87	58	144	27	18	44	1	1	1
11.30-11.45	100	67	167	26	18	43	1	1	2
11.45-12.00	91	61	151	32	21	52	1	1	1
12.00-12.15	96	64	159	27	18	45	1	1	2
12.15-12.30	104	69	173	29	20	48	1	1	2
12.30-12.45	104	69	172	24	16	39	1	1	2
12.45-13.00	95	64	158	24	16	40	1	1	1
13.00-13.15	105	70	175	29	20	48	1	1	1
13.15-13.30	104	69	173	27	18	45	1	1	2
13.30-13.45	94	63	156	30	20	50	1	1	1
13.45-14.00	93	62	154	25	17	41	1	1	2
ISTIRAHAT									
16.00-16.15	107	71	178	27	18	44	1	1	2
16.15-16.30	104	69	173	23	15	38	1	1	1
16.30-16.45	92	61	152	23	16	38	1	1	1

16.45-17.00	88	59	147	27	18	44	1	1	3
17.00-17.15	90	60	150	29	19	47	1	1	2
17.15-17.30	87	58	145	30	20	49	1	1	2
17.30-17.45	86	58	143	27	18	44	1	1	1
17.45-18.00	107	72	178	24	16	39	1	1	1
18.00-18.15	95	63	158	26	18	43	1	1	2
18.15-18.30	114	76	190	24	16	39	1	1	3
18.30-18.45	112	75	186	27	18	44	1	1	2
18.45-19.00	89	60	148	23	15	38	1	1	3

Sumber: Survey Lapangan

Maka didapat data perjam sebagai berikut:

Tabel 4.24 Perhitungan Arus Jl. Mayjend Panjaitan

Lokasi Pengamatan : Jl. Mayjend Panjaitan

Hari / Tanggal : Selasa, 18 April 2017

Nama Surveyor :

PERIODE	Sepeda Motor			Kend. Ringan			Kend. Berat			Arus			Arus Total
	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	
06.00-07.00	189	253	315	56	75	92	2	4	4	247	332	410	989
06.15-07.15	202	270	336	60	80	98	2	4	3	264	354	437	1054
06.30-07.30	207	276	345	60	80	98	2	4	4	269	360	446	1075
06.45-07.45	205	273	341	59	80	97	2	4	4	266	357	441	1064
07.00-08.00	209	279	348	59	79	96	2	4	4	270	362	447	1079
07.15-08.15	205	274	341	55	74	90	2	4	4	262	352	434	1048
07.30-08.30	197	263	327	58	78	95	2	4	3	257	345	425	1027
07.45-08.45	211	282	350	56	75	92	2	4	3	269	361	445	1074
08.00-09.00	209	279	347	56	74	91	2	4	3	266	357	440	1063
11.00-12.00	184	246	305	54	73	89	2	4	4	240	323	397	960
11.15-12.15	187	250	311	56	75	92	2	4	3	245	329	406	980
11.30-12.30	196	261	325	57	77	94	2	4	4	255	342	423	1019
11.45-12.45	198	263	328	56	75	92	2	4	4	256	342	423	1021
12.00-13.00	200	266	331	52	70	86	2	4	4	254	340	421	1014
12.15-13.15	204	272	339	53	72	88	2	4	3	259	348	430	1037
12.30-13.30	204	272	339	52	70	86	2	4	3	258	346	428	1032
12.45-13.45	199	266	331	55	74	92	2	4	3	256	344	425	1025
13.00-14.00	198	264	329	56	75	92	2	4	3	256	343	424	1023
16.00-17.00	196	260	325	50	67	82	2	4	4	248	331	411	989
16.15-17.15	187	249	311	51	68	84	2	4	4	240	321	398	959
16.30-17.30	179	238	297	55	73	89	2	4	4	235	315	390	940
16.45-17.45	176	235	293	57	75	92	2	4	4	234	314	389	937
17.00-18.00	185	248	308	55	73	90	2	4	3	242	325	401	968
17.15-18.15	188	251	312	54	72	88	2	4	3	243	327	403	973
17.30-18.30	201	269	335	51	68	83	2	4	4	254	341	421	1015
17.45-18.45	214	286	356	51	68	83	2	4	4	267	358	443	1067
18.00-19.00	205	274	341	50	67	82	2	4	5	257	345	428	1030

Sumber: Survey Lapangan

Tabel 4.25 Perhitungan Arus Jl. Besar Ijen

Lokasi Pengamatan : Jl. Besar Ijen

Hari / Tanggal : Selasa, 18 April 2017

Nama Surveyor :

PERIODE						
	Sepeda Motor		Kend. Ringan		Kend. Berat	
	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan
06.00-06.15	101	151	37	55	2	2
06.15-06.30	75	113	41	61	2	2
06.30-06.45	76	114	38	57	1	1
06.45-07.00	84	126	27	41	2	2
07.00-07.15	88	132	35	52	2	3
07.15-07.30	53	80	40	60	2	3
07.30-07.45	57	86	33	49	2	3
07.45-08.00	110	164	31	46	2	3
08.00-08.15	83	125	30	45	2	3
08.15-08.30	55	82	26	39	2	3
08.30-08.45	62	93	31	47	2	2
08.45-09.00	51	76	31	46	1	2
ISTIRAHAT						
11.00-11.15	100	150	30	45	2	3
11.15-11.30	81	121	33	49	2	3
11.30-11.45	53	80	33	50	2	2
11.45-12.00	95	142	26	39	2	3
12.00-12.15	65	98	32	47	2	3
12.15-12.30	71	106	41	62	2	3
12.30-12.45	92	138	42	62	1	2
12.45-13.00	87	130	40	59	1	2
13.00-13.15	72	108	41	61	2	3
13.15-13.30	106	159	39	58	1	2
13.30-13.45	102	153	42	62	1	2
13.45-14.00	73	110	34	51	2	2
ISTIRAHAT						
16.00-16.15	94	141	33	50	1	1
16.15-16.30	88	132	43	64	2	3
16.30-16.45	95	143	39	59	1	2
16.45-17.00	88	131	35	53	1	2

17.00-17.15	50	75	36	53	1	1
17.15-17.30	62	92	31	47	1	2
17.30-17.45	99	148	34	50	1	2
17.45-18.00	78	116	43	64	1	2
18.00-18.15	82	123	36	53	2	3
18.15-18.30	60	90	40	59	2	3
18.30-18.45	85	127	30	45	2	3
18.45-19.00	59	89	31	46	2	3

Sumber: Survey Lapangan

Maka didapat data perjam sebagai berikut:

Tabel 4.26 Perhitungan Arus Jl. Besar Ijen

Lokasi Pengamatan : Jl. Besar Ijen

Hari / Tanggal : Selasa, 18 April 2017

Nama Surveyor :

PERIODE	Sepeda Motor		Kend. Ringan		Kend. Berat		Arus		Arus Total
	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	
06.00-07.00	168	252	143	214	9	9	320	475	795
06.15-07.15	162	243	141	211	9	10	312	464	776
06.30-07.30	151	226	140	210	9	12	300	448	747
06.45-07.45	141	212	135	202	10	14	286	428	715
07.00-08.00	154	231	139	207	10	16	303	454	757
07.15-08.15	152	228	134	200	10	16	296	443	739
07.30-08.30	153	229	120	179	10	16	283	423	706
07.45-08.45	155	232	118	177	10	14	283	423	707
08.00-09.00	126	188	118	177	9	13	253	378	631
11.00-12.00	165	247	122	183	10	14	297	444	741
11.15-12.15	147	221	124	185	10	14	281	420	701
11.30-12.30	142	213	132	198	10	14	284	425	710
11.45-12.45	162	242	141	210	9	14	312	466	778
12.00-13.00	158	236	155	230	8	13	320	479	799
12.15-13.15	161	241	164	244	8	13	333	498	831
12.30-13.30	179	268	162	240	7	12	347	519	866
12.45-13.45	184	275	162	240	7	12	352	527	879
13.00-14.00	177	265	156	232	8	12	340	509	849
16.00-17.00	183	274	150	226	7	10	339	510	849
16.15-17.15	161	241	153	229	7	10	320	480	800
16.30-17.30	148	221	141	212	5	9	294	442	735
16.45-17.45	150	223	136	203	5	9	291	435	726
17.00-18.00	145	216	144	214	5	9	294	439	732
17.15-18.15	161	240	144	214	7	12	311	465	776
17.30-18.30	160	239	153	226	8	13	320	478	798
17.45-18.45	153	228	149	221	9	14	311	463	774
18.00-19.00	143	215	137	203	10	16	290	433	724

Sumber: Survey Lapangan

Untuk data hari Kamis 20 April 2017 dan Sabtu 22 April 2017 dapat dilihat pada table lampiran.

4.2 Data Sekunder

Data sekunder terdiri dari data jumlah penduduk daerah studi, serta data tata guna lahan sisi jalan.

4.2.1 Data Jumlah Kendaraan

Data jumlah penduduk kota malang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 17 Jumlah Penduduk Kota Malang Dalam 10 Tahun Terakhir

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Orang)	Kenaikan (%)
1	2007	801.967	-
2	2008	816.444	1,81%
3	2009	820.857	0,54%
4	2010	840.243	2,36%
5	2011	828.491	-1,40%
6	2012	834.527	0,73%
7	2013	840.803	0,75%
8	2014	845.973	0,61%
9	2015	851.298	0,63%
10	2016	856.410	0,60%

Sumber : BPS Kota Malang

Data jumlah penduduk yang digunakan yaitu pada tahun 2016 sejumlah 856.410 penduduk.

4.2.2 Tata Guna Lahan Sisi Jalan

Tipe Lingkungan Jalan, diklasifikasikan dalam kelas menurut guna tanah dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktivitas sekitarnya.

Tabel 4. 28 Tipe Lingkungan Jalan

Komersial	Guna lahan Komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
-----------	--

Pemukiman	Guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Akses Terbatas	Tampa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya Karena adanya penghalang fisik, jalanan samping dsb).

Sumber : MKJI 1997 Bagian Jalinan: 4-28

Dari data tipe lingkungan jalan diatas kita dapat menentukan bahwa Simpang Jl. Veteran, Jl. Bandung dan Jl. Bogor merupakan Tipe Komersial dengan kondisi Pertokoan, rumah makan, perkantoran.

BAB V

ANALISA, PEMBAHASAN DAN EVALUASI

5.1 Umum

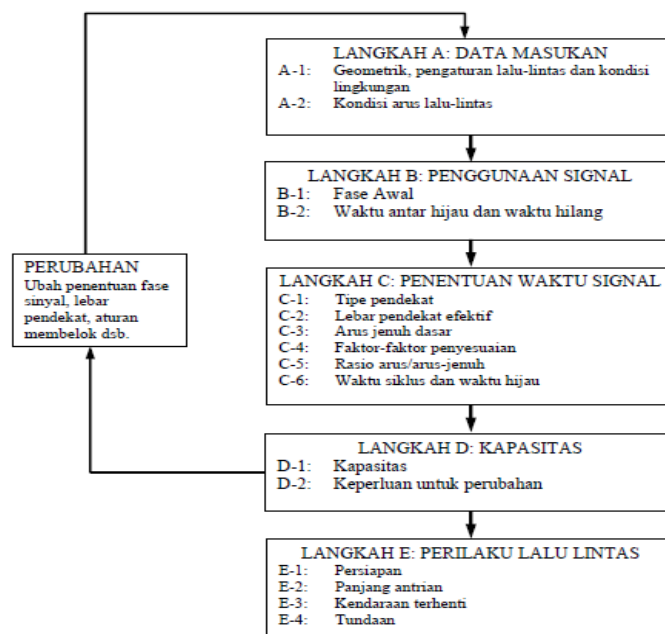
Pada bab ini akan dilakukan analisa dan pembahasan dari data perhitungan hasil survey pada simpang dan ruas Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor di kota Malang. Untuk melihat karakteristik kinerja simpang dan karakteristik kinerja ruas jalan dalam menentukan tingkat pelayanan jalan kondisi saat ini. Untuk menentukan kinerja simpang maka dianalisa volume kendaraan, jumlah antrian kendaraan dan panjang antrian kendaraan, dan tundaan. Sedangkan, analisa kinerja ruas Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor di kota Malang dengan menentukan arus dan komposisi arus lalu lintas, kecepatan arus bebas, kapasitas, dan derajat untuk menentukan tingkat pelayanan jalan kondisi saat ini.

Dalam menganalisa data perhitungan hasil survey, akan menggunakan metode perhitungan yang terdapat pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997 dan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14 Tahun 2006. Hasil analisa yang didapatkan akan dievaluasi dan dibandingkan antara analisa dilapangan dan analisa menggunakan MKJI 1997 agar dapat memberikan alternative penyelesaian masalah dan prediksi kinerja simpang dan ruas Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor di kota Malang jika solusi yang didapatkan dari penelitian ini diterapkan.

5.2 Kinerja Eksisting

5.2.1 Analisa Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

Perempatan Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor merupakan Simpang yang berada ditengah-tengah Kota Malang sehingga pergerakan arus kendaraan yang sangat berpengaruh adalah pergerakan arus pada simpang. Analisa kinerja simpang lebih tepat menggunakan Software atau Aplikasi, tetapi Karena keterbatasan waktu maka tidak digunakan. Untuk melihat pengaruh simpang bersinyal terhadap Kawasan Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor besarnya pengaruh volume lalu lintas terhadap kelancaran yang lewat akan mempengaruhi kondisi lalu lintas. Analisa kinerja simpang kondisi eksisting akan dianalisa mengacu pada MKJI 1997 untuk menentukan langkah langkah perencanaan simpang bersinyal.



Gambar 5.1 Bagan Alir Perhitungan Simpang Bersinyal

Sumber : (MKJI 1997, Simpang Bersinyal :2-36)

Langkah- langkah Perencanaan simpang bersinyal dalam tabel- tabel formulir SIG sesuai dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia antara lain:

Langkah A : Mengisi data yang ada pada tabel formulir SIG – I sesuai kondisi lapangan yang ada

1. Kode Pendekat, kode pendekat ditunjukkan berdasarkan arah mata angin.
2. Tipe Lingkungan Jalan, tipe lingkungan jalan untuk tiap- tiap pendekat pada daerah Persimpangan Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor di Kota Malang adalah komersil (COM).
3. Hambatan Samping, hambatan samping tiap – tiap pendekat pada daerah perempatan Persimpangan Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor Kota Malang termasuk tipe dengan hambatan samping rendah.
4. Median, pada Persimpangan Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor di Kota Malang yang memiliki median hanya ruas Jalan Veteran dan Jalan Bandung.
5. Kelandaian, kelandaian pada Persimpangan Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor di Kota Malang adalah 0.
6. Belok Kiri diperbolehkan, pada Persimpangan Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor di Kota Malang untuk ke empat lengan simpangnya di perbolehkan untuk belok kiri atau lurus langsung tanpa harus berhenti pada saat lampu merah.
7. Jarak Ke kendaraan Parkir, Jarak Kendaraan parkir diasumsikan 0, Karena kendaraan berhenti sebelum stopline.

8. Pendekat WA, lebar pendekat pada kaki simpang Jalan Veteran adalah 9.5 m , Jalann Bandung adalah 6.6 m, Jalan Bogor Utara adalah 4.49 m dan Jl. Bogor Selatan adalah 6.46 m.
9. Masuk W Masuk, lebar masuk pada kaki simpang Jalan Veteran adalah 9.5 m , Jalann Bandung adalah 6.6 m, Jalan Bogor Utara adalah 4.49 m dan Jl. Bogor Selatan adalah 6.46 m.
10. Keluar W Keluar, lebar keluar pada kaki simpang Jalan Veteran adalah 8.15 m , Jalann Bandung adalah 7.05 m, Jalan Bogor Utara adalah 4 m dan Jl. Bogor Selatan adalah 3.9 m.

Sedangkan, untuk mengisi pada kaki simpang berikutnya dapat ditentukan dengan cara yang sama dan hasilnya dapat dilihat pada tabel SIG – I pada lampiran.

Langkah B: Langkah untuk mengisi data yang ada pada tabel formulir SIG – II dalam menentukan arus lalu lintas adalah sebagai berikut.:

1. Kode Pendekat, Kode pendekat ditunjukan berdasarkan arah mata angin.
2. Arah, pada kolom arah menunjukan arah kendaraan belok kiri, lurus atau belok kanan dan total dari kendaraan.
3. Kendaraan/jam, jumlah kendaraan sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) yang belok kiri, lurus, dan belok kanan dalam setiap jam nya.
4. smp/jam (Terlindung),terlindung/terlawan yaitu yang sesuai, tergantung pada fase sinyal dan gerakan belok kanan yang di ijinakan. Smp/jam yaitu hasil perkalian antara kendaraan/jam dengan ekivalen mobil penumpang (emp) yang terlindung.

5. smp/jam (Terlawan), terlindung/terlawan yaitu yang sesuai, tergantung pada fase sinyal dan gerakan belok kanan yang di ijin. Smp/jam yaitu hasil perkalian antara kendaraan/jam dengan ekivalen mobil penumpang (emp) yang terlawan.
6. Kendaraan/jam, cara menentukannya sama dengan langkah ke -3 hanya tipe kendaraannya yang diganti.
7. smp/jam (terlindung), cara menentukannya sama dengan langkah ke-4.
8. smp/jam (terlawan), cara menentukannya sama dengan langkah ke-5.
9. Kendaraan/jam, cara menentukannya sama dengan langkah ke-3 hanya tipe kendaraannya yang diganti.
10. smp/jam (Terlindung), cara menentukannya sama dengan langkah ke-4.
11. smp/jam (Terlawan), cara menentukannya sama dengan langkah ke-5.
12. Kendaraan/jam, penjumlahan dari kendaraan/jam pada kolom 3,6 dan 9 pada setiap arah.
13. smp/jam (Terlindung), penjumlahan dari kendaraan/jam pada kolom 4,7 dan 10 pada setiap arah.
14. smp/jam (Terlawan), penjumlahan dari kendaraan/jam pada kolom 5,8 dan 11 pada setiap arah.
15. Rasio Berbelok PLT, langkah perhitungan seperti dibawah.
16. Rasio Berbelok PRT, langkah perhitungan seperti dibawah.

Contoh perhitungan mencari P_{LT} dan P_{RT} untuk pengisian formulir SIG-II.
 Perhitungan arus kendaraan pada kaki simpang Jalan Veteran, Selasa 18 April 2017 pada jam puncak pagi hari pada pukul 06.15-07.15.

➤ Arus kendaraan Belok Kiri :

$$\text{Sepeda Motor} = 519 \text{ kend/jam} = 103,8 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Kendaraan Ringan} = 160 \text{ kend/jam} = 160 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Kendaraan Berat} = \underline{1 \text{ kend/jam}} = \underline{1.3 \text{ smp/jam}}$$

$$\text{Jumlah:} = 680 \text{ kend/jam} = 265.1 \text{ smp/jam}$$

➤ Arus kendaraan Lurus

$$\text{Sepeda Motor} = 1570 \text{ kend/jam} = 314 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Kendaraan Ringan} = 515 \text{ kend/jam} = 515 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Kendaraan Berat} = \underline{4 \text{ kend/jam}} = \underline{5.2 \text{ smp/jam}}$$

$$\text{Jumlah:} = 2089 \text{ kend/jam} = 834.2 \text{ smp/jam}$$

➤ Total Arus Kendaraan smp/jam

$$\text{Sepeda Motor} : 103.8 + 314 = 417.8$$

$$\text{Kendaraan Ringan} : 160 + 515 = 675$$

$$\text{Kendaraan Berat} : 1.3 + 5.2 = 6.5$$

$$\text{Jumlah} = 1099.30 \text{ smp/jam}$$

➤ Total Arus Kendaraan kend/jam

$$\text{a. Sepeda Motor} : 519 + 1570 = 2089$$

$$\text{b. Kendaraan Ringan} : 160 + 515 = 675$$

$$\text{c. Kendaraan Berat} : 1 + 4 = 5$$

$$\text{d. Jumlah} = 2769 \text{ kend/jam}$$

Untuk menghitung Rasio kendaraan belok kiri (P_{LT}) maka, digunakan rumus

$$P_{LT} = \frac{LT \text{ (kend/jam)}}{\text{Total (kend/jam)}} \quad \text{dimana :}$$

P_{LT} : Rasio kendaraan belok kiri (kend/jam)

LT : Arus kendaraan belok kiri (kend/jam)

Total : Total arus kendaraan per lengan simpang (kend/jam)

➤ Rasio Kendaraan Belok Kiri :

$$P_{LT} = 265.1 / 1099.3 = 0.241$$

Untuk menghitung Rasio kendaraan belok kanan (P_{RT}) maka, digunakan rumus :

$$P_{RT} = \frac{RT \text{ (kend/jam)}}{\text{Total (kend/jam)}} \quad \text{dimana :}$$

P_{RT} : Rasio kendaraan belok kanan (kend/jam)

RT : Arus kendaraan belok kanan (kend/jam)

Total : Total arus kendaraan per lengan simpang (kend/jam)

Arus UM (Kend/ jam), arus kendaraan tak bermotor pada kaki simpang Jl. Raya Perusahaan Malang pada jam puncak pagi.

- Kendaraan Belok kiri = 5 kend/jam
- Kendaraan Lurus = 6 kend/jam

- Kendaraan belok kanan $= 0 \text{ kend/jam}$
- Total kendaraan tak bermotor $= 11 \text{ kend/jam}$

17. Rasio UM/MV : Yaitu pembagian antara jumlah total UM yang belok kiri lurus dan belok kanan dengan jumlah total kendaraan bermotor MV.

Untuk menghitung Rasio kendaraan (P_{UM}) maka, digunakan rumus :

$$P_{UM} = Q_{UM}/Q_{UMV} \quad \text{dimana :}$$

P_{UM} : Rasio kendaraan tak bermotor (kend/jam)

Q_{UM} : Arus kendaraan tak bermotor (kend/jam)

Q_{MV} : Total arus kendaraan per lengan simpang (kend/jam)

➤ Rasio Kendaraan:

$$P_{UM} = 11 / 1099.3 = 0.01$$

Sedangkan, untuk mengisi pada kaki simpang berikutnya dapat ditentukan dengan cara yang sama dan hasilnya dapat dilihat pada tabel SIG – II pada lampiran.

Langkah C : Langkah untuk menentukan waktu antar hijau dan waktu hilang pada tabel formulir SIG – III adalah sebagai berikut :

$$\text{Dimana :Merah Semua} = \left\{ \frac{(LEV+IEV)}{VEV} - \frac{LAV}{VAV} \right\}_{MAX}$$

L_{EV}, L_{AV} : Jarak dari garis henti ke titik konflik masing – masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m).

I_{EV} : Panjang kendaraan yang berangkat (m).

V_{EV}, V_{AV} : Kecepatan masing – masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det).

Kecepatan kendaraan yang datang V_{AV} : 10m/det (Kendaraan bermotor)

Kecepatan kendaraan yang berangkat V_{EV} : 10 m/det (Kendaraan bermotor).

Panjang kendaraan yang berangkat I_{EV} : 5 m (LV atau HV)
2 m (MC atau UM)

Contoh untuk menentukan titik konflik dan jarak kendaraan berangkat kendaraan datang pada Persimpangan Jalan Raya Karanglo – Jalan Raya Perusahaan Kabupaten Malang yaitu :

1. Menentukan jarak dari garis henti ke titik konflik masing – masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang. (L_{EV} dan L_{AV}). Penentuan ini dilakukan dengan menggambar kejadian dengan titik konflik. Gambar dapat dilihat pada gambar.
2. Nilai – nilai untuk V_{EV} , V_{AV} dan I_{EV} pada perempatan ini diambil:
Kecepatan kendaraan yang datang (V_{AV}) = 10 m/detk (kend. bermotor)
Kecepatan kendaraan yang berangkat (V_{EV}) = 10 m/detk (kend. bermotor)
Panjang kendaraan yang berangkat (I_{EV}) = 5 m (LV atau HV)
3. Penentuan waktu merah semua dari fase 1 ke fase 2 adalah pembulatan ke nilai yang lebih besar dari perhitungan waktu merah semua.
4. Waktu kuning total didapatkan dari 3 detik dikasih 3 fase maka diperoleh 9 detik.

$$\begin{aligned}
 5. \text{ Waktu hilang total (LTI)} &= \sum (\text{Merah semua} + \text{waktu kuning}) \\
 &= (6 + 9) \\
 &= 15.00 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Contoh pengisian untuk Pendekat Selatan, pengisian selanjutnya dapat dilihat pada formulir SIG-III pada lampiran.

Langkah D : Langkah untuk menentukan waktu sinyal dan kapasitas pada tabel formulir SIG – IV. Mengisi data seperti tabel formulir SIG –I sesuai dengan kondisi lapangan yang ada.

1. Kode Pendekat, kode pendekat ditunjukkan berdasarkan arah mata angin.
2. Hijau dalam fase nomor.
3. Tipe Pendekat.
4. Rasio kendaraan berbelok (PLTOR) merupakan, rasio kendaraan berbelok untuk tiap pendekat.
5. Rasio kendaraan berbelok (PLT) merupakan, rasio kendaraan berbelok untuk tiap pendekat yang belok ke kiri.
6. Rasio kendaraan berbelok (PRT) merupakan, rasio kendaraan berbelok untuk tiap pendekat yang belok ke kanan.
7. Arus RT smp/jam (Arah Diri), kendaraan belok kanan dalam smp/jam dalam arahnya sendiri (Q_{RT}).
8. Arus RT smp/jam (Arah Lawan), kendaraan belok kanan dalam smp/jam dalam arahnya berlawanan (Q_{RTO}).

9. Lebar efektif (m), $W_{L\text{TOR}} \geq 2$ m dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan

LTOR dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan dalam pendekat selama sinyal merah.

Contoh untuk menentukan lebar efektif pada Persimpangan Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor di Kota Malang seperti yang terlihat pada perhitungan dibawah:

Simpang Timur :

WA	= Lebar pendekat	=	6.600	m
WMASUK	= Lebar masuk	=	6.600	m
	= Lebar arah belok			
WLTOR	= Kiri	=	3.200	m
WLTOR	> 2 m			
	= Lebar efektif			
We	= Wmasuk	=	6.600	m
WKELUAR	< $We \times (1 - PRT - PLTOR)$	=	9.800	m

Simpang Barat :

WA	= Lebar pendekat	=	9.500	m
WMASUK	= Lebar masuk	=	9.500	m
	= Lebar arah belok			
WLTOR	= Kiri	=	2.100	m
WLTOR	> 2 m			
	= Lebar efektif			
We	= Wmasuk	=	9.500	m
WKELUAR	< $We \times (1 - PRT - Pltor)$	=	11.600	m

Simpang Selatan

WA	= Lebar pendekat	=	6.460	m
WMASUK	= Lebar masuk	=	6.460	m
	= Lebar arah belok			
WLTOR	= Kiri	=	3.260	m
WLTOR	> 2 m			
	= Lebar efektif			
We	= Wmasuk	=	6.460	m
WKELUAR	< $We \times (1 - PRT - PLTOR)$	=	9.720	m

Simpang Utara

WA	= Lebar pendekat	=	4.490	m
WMASUK	= Lebar masuk	=	4.490	m
	= Lebar arah belok			
WLTOR	= Kiri	=	0.000	m
WLTOR	= 0			
	= Lebar efektif			
We	= Wmasuk	=	4.490	m
WKELUAR	< $We \times (1 - PRT - PLtor)$	=	4.490	m

➤ Rasio kendaraan berbelok

Dari tabel formulir SIG –II (data pada Selasa, 18 April 2017 jam puncak pagi hari pada pukul 06.15-07.15) didapatkan:

PRT = 0.158 Simpang Utara

PLT = 0.276

PRT = 0.092 Simpang Selatan

PLT = 0.438

PRT = 0.241 Simpang Barat

PLT = 0

PRT = 0.062 Simpang Timur

PLT = 0

➤ Arus RT smp/jam

Arus RT smp/jam dibedakan arah dari (kendaraan terlindung) dan arah lawan (kendaraan terlawan), data di ambil pada formulir SIG-II pada arus belok kanan (RT) Selasa, 18 April 2017 jam puncak pagi hari pada pukul 06.15-07.15.

❖ Kaki simpang Jalan Bogor (Utara)

$$\text{Arah terlindung} = 195.3 \quad \text{kend/det}$$

❖ Kaki simpang Jalan Bogor (Selatan)

$$\text{Arah terlindung} = 63.1 \quad \text{kend/det}$$

❖ Kaki simpang Jalan Bandung (Timur)

$$\text{Arah terlindung} = 0 \quad \text{kend/det}$$

❖ Kaki simpang Jalan Bandung (Timur)

$$\text{Arah terlindung} = 0 \quad \text{kend/det}$$

10. Nilai dasar smp/jam (Hijau), menghitung arus jenuh dasar dengan rumus:

$$S_o = 600 \times W_e$$

Contoh perhitungan untuk menentukan nilai dasar pada Persimpangan Jalan Raya Karanglo – Jalan Raya Perusahaan Kabupaten Malang seperti dibawah.

- a. Jalan Raya Bogor (Utara) $= 600 \times 4.49 = 2694 \text{ kend/jam}$
- b. Jalan Raya Bogor (Selatan) $= 600 \times 3.2 = 1920 \text{ kend/jam}$
- c. Jalan Veteran (Barat) $= 600 \times 7.4 = 4440 \text{ kend/jam}$
- d. Jalan Bandung (Timur) $= 600 \times 3.4 = 2040 \text{ kend/jam}$

11. Faktor – faktor penyesuaian semua tipe pendekat (Ukuran Kota F_{Cs})

Tabel 5.1 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota
$\leq 3,0$	1,05
1,0 - 3,0	1,00
5,0 - 1,0	0,94
0,1-0,5	0,83
$\leq 0,1$	0,82

Sumber : (MKJI 1997 , Simpang Bersinyal : 2-53)

Berdasarkan sumber dari buku Badan Pusat Statistik (RPJMD) Kota Malang Tahun 2007 - 2015, perkembangan penduduk kota Malang \pm 856.410 jiwa. Sehingga, digunakan nilai $F_{CS} = 0.94$

12. Faktor – faktor penyesuaian semua tipe pendekat (Hambatan Samping F_{SF})

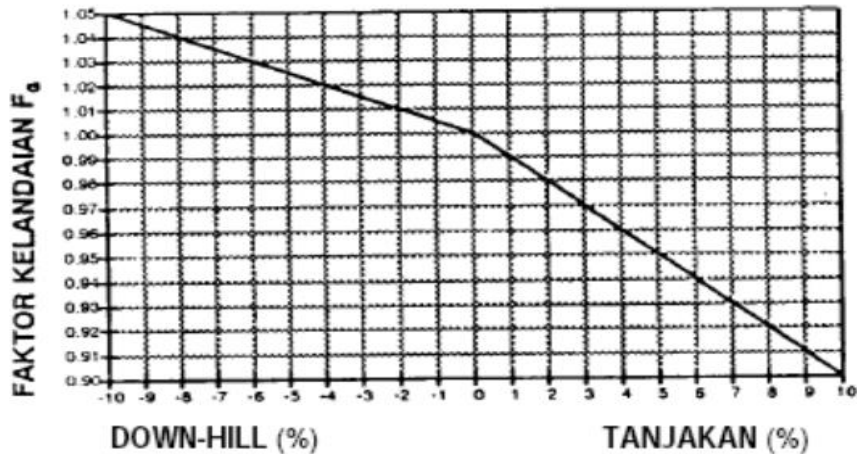
Tabel 5.2 Faktor Penyesuaian untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{SF})

Lingkungan jalan	Hambatan Samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor						
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$	
Komersil COM	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70	
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81	
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71	
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82	
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72	
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83	
Pemukiman RES	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72	
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84	
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73	
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,0	0,87	0,85	
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74	
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86	
Akses Terbatas RA	Tinggi / Sedang / Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	
		Terlindung	1,00	0,98	0,98	0,93	0,90	0,88	

Sumber: (MKJI 1997, Simpang Bersinyal :2-53)

Digunakan nilai F_{SF} terlindung dan terlawan = 0,93

13. Faktor – faktor penyesuaian semua tipe pendekat (Kelandaian F_G)



Gambar 5.2 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian (F_G)

Sumber: (MKJI 1997, Simpang Bersinyal :2-54)

Digunakan nilai $F_G = 1,00$ karena daerah lokasi studi termasuk datar.

14. Faktor – faktor penyesuaian semua tipe pendekat (Parkir F_P)

Untuk menentukan faktor penyesuaian parkir digunakan rumus seperti dibawah :

$$F_P = (L_P/3 - (W_A - 2) \times (L_P/3 - g) / W_A) / g$$

dimana :

L_P = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m)

W_A = Lebar pendekat (m)

G = Waktu hijau pada pendekat.

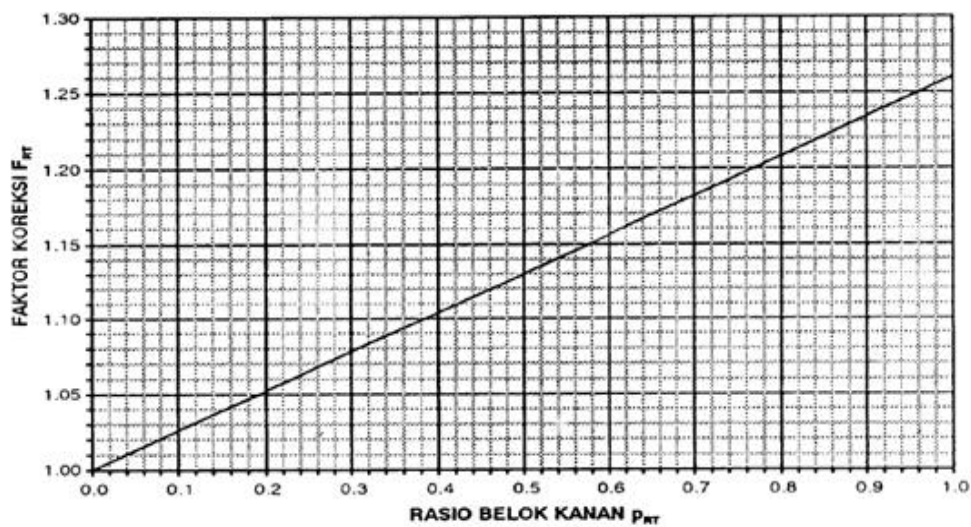
$$\text{maka, } F_P = (1/3 - (2 - 2) \times (1/3 - 20)/2) / 20$$

$$= 1.00$$

Digunakan nilai $F_p = 1.00$

15. Faktor – faktor penyesuaia Belok Kanan (F_{RT})

Menentukan faktor penyesuaian untuk belok kanan bisa menggunakan rumus $F_{RT} = 1.0 + P_{RT} \times 0.26$ atau dengan gambar grafik 5.2.3 dibawah.



Gambar 5.3 Grafik Faktor Penyesuaian Untuk Belok Kanan (F_{RT})

Sumber :*Sumber: (MKJI 1997, Simpang Bersinyal :2-55)*

Contoh perhitungan mencari faktor penyesuaian belok kanan pada Persimpangan Jalan Raya Karanglo sebagai berikut:

- Perhitungan untuk kaki simpang Jl. Bogor (Utara)

$$\begin{aligned} F_{RT} &= 1 + (P_{RT}) \times 0.26 \\ &= 1 + (0.28 \times 0.26) \\ &= 1.072 \end{aligned}$$

- Perhitungan untuk kaki simpang Jl. Bogor (Selatan)

$$F_{RT} = 1 + (P_{RT}) \times 0.26$$

$$= 1 + (0.09 \times 0.26)$$

$$= 1.024$$

- Perhitungan untuk kaki simpang Jl. Veteran (Barat)

$$FRT = 1 + (PRT) \times 0.26$$

$$= 1 + (0.313 \times 0.26)$$

$$= 1.000$$

- Perhitungan untuk kaki simpang Jl. Bandung (Timur)

$$FRT = 1 + (PRT) \times 0.26$$

$$= 1 + (0 \times 0.26)$$

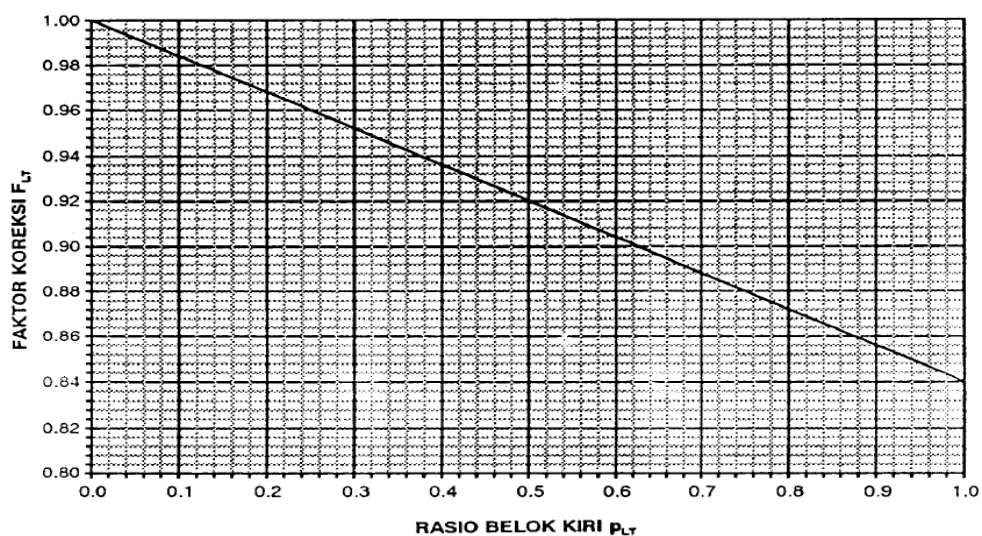
$$= 1.000$$

16. Faktor –faktor penyesuaia Belok Kiri (F_{LT})

Menentukan faktor penyesuaian untuk belok kiri bisa menggunakan

rumus:

$F_{RT} = 1.0 + P_{LT} \times 0.16$ atau dengan gambar grafik 5.2.4 dibawah.



Gambar 5.4 Grafik Faktor Penyesuaian Untuk Belok Kiri (F_{LT})

Sumber : Sumber: (MKJI 1997 , Simpang Bersinyal :2-56)

Contoh perhitungan mencari faktor penyesuaian belok kiri pada
Persimpangan Jalan Raya Karanglo sebagai berikut:

- Perhitungan untuk kaki simpang Jl. Bogor (Utara)

$$\begin{aligned} \text{FLT} &= 1 - (\text{PLT}) \times 0.16 \\ &= 1 - (0.16 \times 0.26) \\ &= 0.975 \end{aligned}$$

- Perhitungan untuk kaki simpang Jl. Bogot (Selatan)

$$\begin{aligned} \text{FLT} &= 1 - (\text{PLT}) \times 0.16 \\ &= 1 - (0.44 \times 0.26) \\ &= 0.930 \end{aligned}$$

- Perhitungan untuk kaki simpang Jl. Veteran (Barat)

$$\begin{aligned} \text{FLT} &= 1 - (\text{PLT}) \times 0.16 \\ &= 1 - (0.24 \times 0.26) \\ &= 0.961 \end{aligned}$$

- Perhitungan untuk kaki simpang Jl. Bandung (Timur)

$$\begin{aligned} \text{FLT} &= 1 - (\text{PLT}) \times 0.16 \\ &= 1 - (0.06 \times 0.26) \\ &= 0.99 \end{aligned}$$

17. Nilai di sesuaikan smp/jam hijau (S), dengan menggunakan rumus:

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_G \times F_P$$

Contoh Perhitungan Arus jenuh yang disesuaikan pada kaki Jl. Bogor (Utara), Selasa 18 April 2017 jam puncak pagi pada pukul 06.15-07.15 :

$$\begin{aligned}
 S &= S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_{PX} F_{RT} \times F_{LT} \\
 S &= 2694 \times 0.94 \times 0.94 \times 1 \times 1 \times 1.072 \times 0.975 \\
 &= 2486.586 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

18. Arus lalu lintas smp/ jam (Q) , masukan arus lalu lintas masing – masing pendekat. Arus lalu lintas diambil dari data volume, misalnya pada kaki lengan selatan Jl. Bogor (Utara) Selasa, 18 April 2017 jam puncak pagi adalah 595.4 smp/jam.

19. Rasio arus (FR), menghitung rasio arus lengan selatan Jl. Bogor (Utara). Selasa, 18 April 2017 jam puncak pagi dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 FR &= Q / S \\
 FR &= 595.4 / 2486.586 \\
 &= 0.239 \\
 IFR &= \text{Jumlah dari rasio FR pada seluruh kaki simpang.} \\
 IFR &= 0.239 + 0.221 \\
 &= 0.46
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 20. \text{ Rasio fase (PR)} &= FR_{crit} / IFR \\
 PR &= 0.239 / 0.461 \\
 &= 0.520
 \end{aligned}$$

21. Waktu hijau (detik), analisa kondisi eksisting diisikan waktu hijau yang ada.

22. Kapasitas(smp/jam), analisa kapasitas masing – masing pendekat dengan menggunakan rumus :

$$C = S \times g / c$$

Contoh perhitungan kapasitas pada Persimpangan Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor di Kota Malang Selasa, 18 April 2016 jam puncak pagi, pada pukul 06.15-07.15:

❖ Waktu hilang pada simpang :

$$\begin{aligned} LTI &= \sum (\text{merah semua} + \text{kuning}) \\ &= 15 \text{ detik} \end{aligned}$$

❖ Waktu Siklus = 51 detik

$$CU = g/c \times S = 17 / 92 \times 2486.586 = 459.477 \quad \text{smp/jam}$$

$$CS = g/c \times S = 30 / 92 \times 1615.259 = 526.714 \quad \text{smp/jam}$$

$$CB = g/c \times S = 30 / 92 \times 3771.810 = 1229.937 \quad \text{smp/jam}$$

$$CT = g/c \times S = 30 / 92 \times 1784.745 = 581.982 \quad \text{smp/jam}$$

23. Derajat kejenuhan, menghitung derajat kejenuhan masing – masing pendekat dengan rumus :

$$DS = Q / C$$

Contoh perhitungan derajat kejenuhan pada Persimpangan Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor di Kota Malang. Selasa, 18 April 2017 Jam Puncak Pagi :

$$DSU = Q/C = 595.4 / 459.477 = 1.3$$

$$DSS = Q/C = 450.5 / 526.714 = 0.86$$

$$DSB = Q/C = 834.2 / 1229.937 = 0.68$$

$$DST = Q/C = 857.5 / 581.982 = 1.47$$

Langkah E : Langkah untuk menentukan panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, dan tundaan pada tabel formulir SIG – V. Mengisi data yang diperlukan sesuai dengan tabel formulir SIG –IV.

➤ **Langkah Menentukan Kinerja Simpang Bersinyal**

❖ Panjang Antrian .

Untuk $DS < 0,5$: $NQ_1 = 0$ jika $DS > 0,5$ NQ_1 bisa dihitung dengan

rumus sebagai berikut:

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right]$$

Dimana : NQ_1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = Derajat kejenuhan

Gr = Rasio hijau

C = Kapasitas smp/jam

Untuk menentukan NQ_2 digunakan rumus :
$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Dimana :

NQ_2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat kejenuhan

Gr = Rasio hijau

C = Kapasitas smp/jam

Qmasuk = Arus lalu lintas pada tempat masuk diluar LTOR

Antrian pada kaki simpang lengan Selatan Jalan Raya Karanglo pada jam puncak pagi :

$$\begin{aligned}NQ1 &= 0.25 \times C \times ((DS - 1) + (((DS - 1)^2 + (8 \times 7 \times (DS - 0.5)) / C)^{0.5}))) \\&= 0.25 \times 459.48 \times ((1.3 - 1) + (((1.3 - 1)^2 + (8 \times 7 \times (1.3 - 0.5)) / 459.48)^{0.5}))) \\&= 71.33\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}NQ2 &= 77 \times ((1-20) / (1-20 \times DS)) \times (Q / 3600) \\&= 77 \times ((1-20) / (1-20 \times 1.3)) \times (595 / 3600) \\&= 17.20\end{aligned}$$

❖ Jumlah Kendaraan Terhenti

$$\begin{aligned}NQ &= NQ1 + NQ2 \\&= 71.33 + 17.20 \\&= 88.53 \text{ smp}\end{aligned}$$

❖ Perhitungan Panjang Antrian

$$QL = \frac{NQ_{\max} \times 20}{W_{\text{masuk}}} = \frac{71.33 \times 20}{4.49} = 317.73 \text{ m}$$

Untuk mencari nilai NS digunakan rumus :

$$NS = 0.9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

dimana ,

C = Waktu siklus (detik)

Q = Arus Lalu Lintas (kend/detik) maka,

$$\begin{aligned}NS &= 0.9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \\&= 0.9 \times \frac{88.53}{595 \times 92} \times 3600 \\&= 5.24 \text{ stop/smp}\end{aligned}$$

Untuk mencari nilai N_{SV} digunakan rumus:

$N_{SV} = Q \times NS$ (kend/jam) maka,

$$\begin{aligned}N_{SV} &= Q \times NS \\&= 595 \times 5.24 \\&= 3117.627 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

❖ Tundaan

Untuk mencari tundaan digunakan rumus : $DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{C}$

dimana: DT = Tundaan lalu lintas rata –rata (det/kend)

c = waktu siklus yang disesuaikan

$$A = \frac{0.5 \times (1 - gr)^2}{(1 - GR \times DS)}$$

DS = derajat kejenuhan dari kolom 4

GR = Rasio hijau (q/c) dari kolom 5

NQ1 = jumlah kend yang tersisa dari fase hijau sebelumnya dari kolom 6

C = Kapasitas (kedn/jam) dari kolom 3

$$DT = 92 \times \frac{0,5 \times (1-0.18)^2}{(1-0.18 \times 1.3)} + \frac{71.33 \times 3600}{459.48}$$

$$= 599.06 \text{ detik / smp}$$

$$\text{Tundaan geometri rata-rata (DG)} = (1-psv) \times PT \times 6 + (psv \times 4)$$

$$DG = (1 - 5.24) \times 0.28 \times 6 + (5.24 \times 4)$$

$$= 13.93 \text{ detk/kend}$$

$$\text{Tundaan rata – rata (D)} = DT + DG$$

$$= 599.06 + 13.93$$

$$= 612.99 \text{ detik /smp}$$

Perhitungan selengkapnya bisa dilihat pada formulir SIG - 1 sampai dengan formulir SIG –V untuk semua lengan simpang pada persimpangan Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor di Kota Malang, mulai hari Selasa 18 April 2017, Kamis 20 April 2017 dan Sabtu 22 April 2017 pada semua jam puncak baik jam puncak pagi, siang, dan sore.

5.2.1.1 Evaluasi Nilai Derajat Kejenuhan (DS) Pada Kondisi Eksisting

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus jalan terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni lebar pendekat, hambatan samping, ukuran kota, median jalan utama, dan rasio berbelok. Berikut ini hasil pengolahan data dari derajat kejenuhan (DS)

pada kondisi eksisting selama waktu periode pengamatan setiap jam puncak pagi, siang dan sore.

Dari analisa hasil perhitungan , pada hari Selasa, 18 April 2017 didapat untuk jam puncak pagi hari pada pukul 06.15-07.15, derajat kejenuhan untuk setiap pendekat melebihi 0.85 kecuali pendekat Barat dengan 0.68 dan derajat kejenuhan paling tinggi adalah pada pendekat timur dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 1.47. Pada jam puncak siang hari pada pukul 11.30-12.30, nilai derajat kejenuhan untuk setiap pendekat melebihi 0.85, kecuali pendekat Barat dengan 0.65 dan derajat kejenuhan paling tinggi ada pada pendekat timur dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 1.37. Dan pada jam puncak sore hari pada pukul 16.15-17.15, nilai derajat kejenuhan juga melebihi 0.85, yang dimana nilai tersebut melebihi dari ketentuan yang disarankan oleh MKJI 1997, derajat kejenuhan paling tinggi terjadi pada pendekat Utara dengan nilai derajat kejenuhan 1.56.

Pada Hari Kamis, 20 April 2017 didapat untuk jam puncak pagi hari pada pukul 06.30-07.30, nilai derajat kejenuhan ada yang melebihi 0.85 (pendekat utara), yang dimana nilai tersebut melebihi dari ketentuan yang disarankan oleh MKJI 1997, derajat kejenuhan paling tinggi terjadi pada pendekat utara dengan nilai derajat kejenuhan 1.29. Pada jam puncak siang hari pukul 12.00-13.00, derajat kejenuhan untuk setiap pendekat melebihi 0.85 dan derajat kejenuhan paling tinggi adalah pada pendekat utara dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 1.25. Dan pada jam puncak sore hari pukul 16.15-17.15, derajat kejenuhan untuk setiap pendekat melebihi 0.85 dan derajat kejenuhan paling tinggi adalah pada pendekat Utara dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 1.64.

Pada Hari Sabtu, 22 April 2017 didapat untuk jam puncak pagi hari pada pukul , nilai derajat kejenuhan melebihi 0.85 (pendekat timur), yang dimana nilai tersebut melebihi dari ketentuan yang disarankan oleh MKJI 1997, derajat kejenuhan paling tinggi terjadi pada pendekat timur dengan nilai derajat kejenuhan 1.26. Pada jam puncak siang hari pukul 11.45-12.45, nilai derajat kejenuhan melebihi 0.85 (pendekat utara), yang dimana nilai tersebut melebihi dari ketentuan yang disarankan oleh MKJI 1997, derajat kejenuhan paling tinggi terjadi pada pendekat utara dengan nilai derajat kejenuhan 1.4. Dan pada jam puncak sore hari pukul 16.00-17.00, nilai derajat kejenuhan juga melebihi 0.85 (pendekat timur), yang dimana nilai tersebut melebihi dari ketentuan yang disarankan oleh MKJI 1997, derajat kejenuhan paling tinggi terjadi pada pendekat timur dengan nilai derajat kejenuhan 2.84.

Dari hasil pengamat survey lapangan selama 3 hari, arus kendaraan paling tinggi terjadi pada jam puncak sore hari karena total arus lalu lintasnya paling tinggi sehingga derajat kejenuhannya juga tinggi. Semakin tinggi arus lalu lintas, semakin tinggi pula nilai derajat kejenuhannya. Apabila nilai derajat kejenuhan melebihi dari nilai tersebut, maka diperlukan suatu perencanaan untuk mengurangi nilai derajat kejenuhannya.

5.2.1.2 Evaluasi Analisa Antrian Pada Kondisi Eksisting

Survey antrian dilakukan untuk memperoleh jumlah kendaraan yang antri pada lajur - lajur lengan simpang akibat durasi sinyal merah. Survey ini dilakukan baik selama sinyal merah maupun pada permulaan sinyal hijau dan hasil yang

diperoleh digunakan untuk memperoleh jumlah antrian dan panjang antrian. Antrian adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kend/smp) sedangkan, panjang antrian adalah panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat (m).

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 nilai panjang antrian diperoleh dari kendaraan yang tersisa pada fase sebelumnya (NQ1) ditambah dengan jumlah kendaraan yang datang selama waktu merah (NQ2). Nilai NQ1 ditentukan oleh besarnya derajat kejenuhan (DS). Untuk $DS \leq 0.5$ nilai $NQ1 = 0$, sedangkan untuk $DS > 0.5$ maka nilai NQ1 dapat dihitung.

Nilai DS yang besar akan menghasilkan nilai NQ1 dan NQ2 yang besar pula. Akibat arus yang besar, akan berpengaruh terhadap panjang antriannya. Panjang antrian yang terjadi tidak hanya dipengaruhi oleh nilai NQ_{MAX} tetapi juga dipengaruhi oleh lebar masuknya.

Pada pendekat Selatan, hasil perhitungan dilapangan panjang antrian pada hari Selasa 18 April 2017, jam puncak pagi hari 48 m dan menurut MKJI 1997 panjang antrian 34.76. Sehingga, dapat disimpulkan panjang antrian menurut perhitungan dilapangan dan MKJI 1997 ada beberapa perbedaan yang signifikan seperti pada tabel dibawah yang di mana selisih rata – rata perbedaan antara panjang antrian hasil survey lapangan dan setelah dianalisa menggunakan mkji 1997 sebesar 37.401 %, yakni pada hari Selasa 18 April 2017, Kamis 20 April 2017 dan Sabtu 22 April 2017.

Perbedaan perhitungan dilapangan dan MKJI 1997 bisa dikarenakan beberapa faktor antara lain :

1. Perilaku pengendara kendaraan sangat mempengaruhi perbedaan perhitungan dilapangan dengan MKJI 1997 karena, banyak pengendara kendaraan yang tidak mematuhi peraturan lalu lintas. Misalnya, saat lampu merah, waktu pengosongan (All Red) masih digunakan untuk menerobos dan pada waktu lampu menyala hijau kurang dari 5 detik, pengendara sudah mulai berjalan. Sehingga kendaraan yang belum habis melintas kendaraan berikutnya sudah masuk dan menyebabkan terjadinya macet ditengah tengah perempatan.
2. Geometri dilapangan juga mempengaruhi perbedaan perhitungan yang signifikan karena, bentuk simpang yang tidak sempurna dan terlihat tikungan yang sangat pata pada lengan selatan. Lebar jalan pada lengan simpang Jl. Bogor (Utara) lebih kecil dibandingkan Jl. Veteran. Selain itu, diberlakukannya belok kiri langsung jalan akan sangat berpengaruh pada jalan yang lebar jalannya kecil, karena kendaraan yang belok kiri harus berhenti dan tetap harus menunggu lampu hijau sehingga, menyebabkan kemacetan bagi pengendara yang arah pergerakannya lurus jika berada dibelakang kendaraan yang pergerakannya belok kiri.
3. Ketelitian surveyor juga merupakan faktor penting dalam pengambilan data dilapangan.

5.2.1.3 Evaluasi Analisa Tundaan Pada Kondisi Eksisting

Tundaan yang terjadi pada simpang bersinyal dapat diakibatkan oleh lalu lintas (DT) dan tundaan akibat geometrik (DG). Tundaan akibat lalu lintas

didasarkan pada gerakan masing-masing kendaraan yang secara bersama melewati simpang. Tundaan merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang.

Pada pendekat selatan, hasil perhitungan dilapangan tundaan rata – rata kendaraan pada hari Selasa 18 April 2017, jam puncak pagi hari didapatkan tundaan rata – rata lapangan sebesar 38.045 detik/kendaraan dan menurut MKJI 1997 rata – rata tundaan kendaraan adalah sebesar 56.164 detik/kendaraan, dapat disimpulkan tundaan rata – rata menurut perhitungan dilapangan dan MKJI 1997 ada beberapa perbedaan yang signifikan seperti pada tabel dibawah yang di mana selisih rata – rata perbedaan tundaan rata – rata kendaraan hasil survey lapangan dan setelah dianalisa menggunakan mkji 1997 sebesar 34.132 %, yakni pada hari Selasa 18 April 2017, Kamis 20 April 2017 dan Sabtu 22 April 2017.

Perbedaan perhitungan dilapangan dan MKJI 1997 bisa dikarenakan beberapa faktor antara lain :

1. Geometri dilapangan juga mempengaruhi perbedaan perhitungan yang signifikan karena, bentuk simpang yang tidak sempurna dan terlihat tikungan yang sangat pata pada lengan selatan. Lebar jalan pada lengan simpang Jl. Bogor (Utara) lebih kecil dibandingkan Jl. Veteran. Selain itu, diberlakukannya belok kiri langsung jalan akan sangat berpengaruh pada jalan yang lebar jalannya kecil karena kendaraan yang belok kiri harus berhenti dan tetap harus menunggu lampu hijau sehingga, menyebabkan kemacetan bagi

pengendara yang arah pergerakannya lurus jika berada dibelakang kendaraan yang pergerakannya belok kiri.

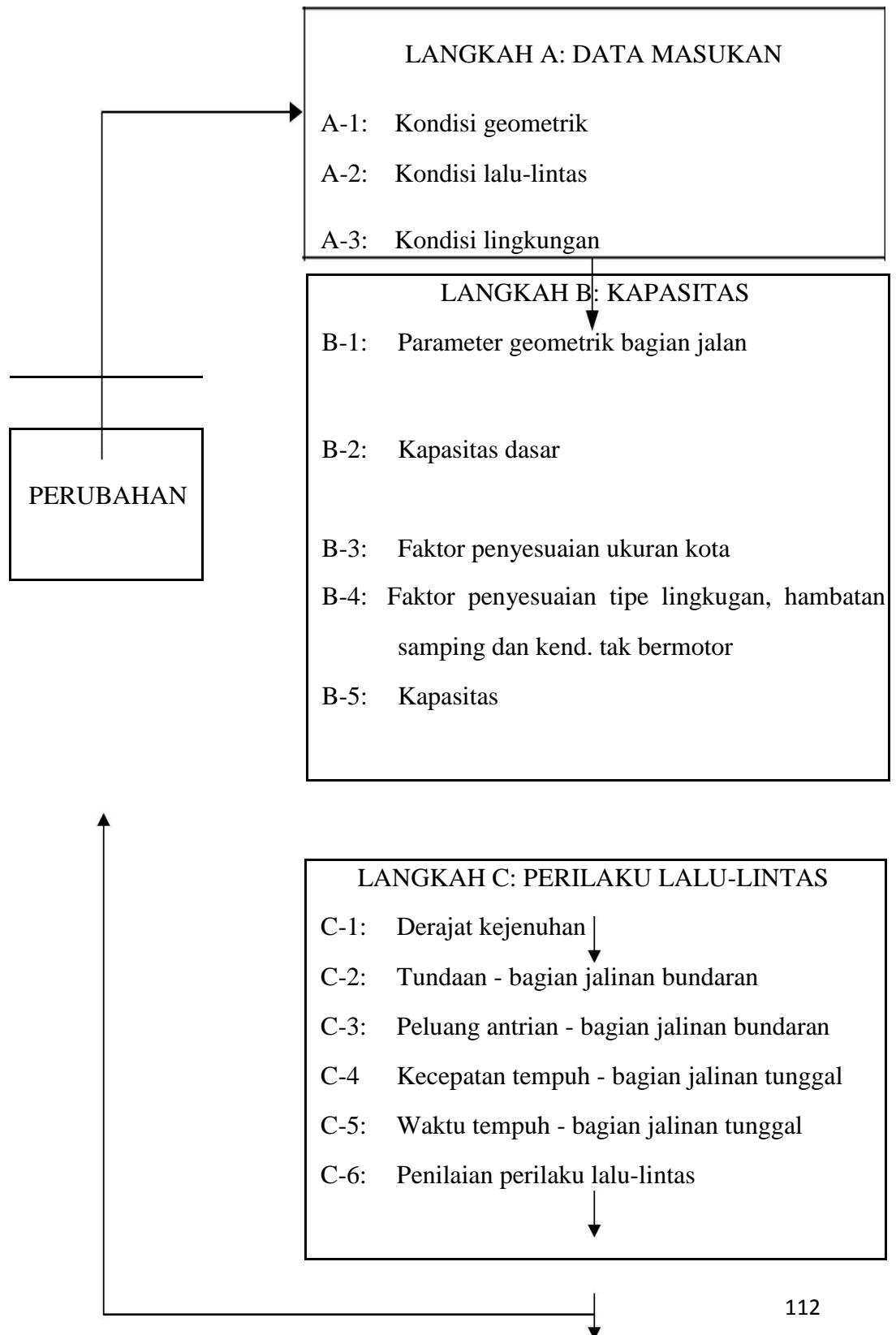
2. Ketelitian surveyor juga merupakan faktor penting dalam pengambilan data dilapangan.
3. Pengaruh lain yang dapat menyebabkan perbedaan perhitungan dilapangan dan MKJI 1997 adalah rumus MKJI 1997 sendiri. Rumus MKJI 1997 bukan diturunkan dari rumus yang pasti tapi dari percobaan / survey beberapa kota besar di Indonesia. Rumus dan survey dilakukan pada tahun 1997 sehingga banyak analisa yang tidak sesuai dengan kondisi sekarang, karena perilaku masyarakat pengguna jalan pada tahun 1997 berbeda dengan tahun 2015.

5.2.2 Analisa Kinerja Bundaran Kondisi Eksisting

Kinerja ruas dinyatakan dalam derajat kejenuhan, yaitu perbandingan besar arus lalu lintas dengan kapasitas ruas jalan. Arus lalu lintas diambil yang terbesar yang mewakili volume lalu lintas tertinggi yang terjadi pada ruas jalan tersebut. Kapasitas ruas dihitung dengan menggunakan rumus dan ketentuan sesuai dengan MKJI 199.

Standar kinerja yang digunakan diambil dari *Peraturan Menteri Perhubungan nomor 96 tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas*.

Berikut ini diberikan satu contoh perhitungan jalinan tugu bundaraan Jl. Bandung pada hari Selasa, 18 April 2017.



YA

Keperluan penyesuaian anggapan mengenai rencana dsb.

TIDAK

Akhir analisa

Gambar 5.5 Bagan Alir Perhitungan Jalan Perkotaan

Langkah- langkah Perencanaan Jalinan Tugu Bundaraan Jl. Bandung dalam tabel- tabel formulir RWEAV sesuai dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia antara lain:

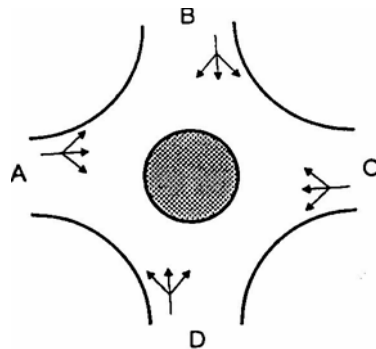
Langkah A: Menetapkan data masukan

Data masukan terdiri dari data kondisi geometrik (A-1), data arus lalu lintas (A-2), serta data kondisi lingkungan (A-3). Menggunakan Formulir RWEAV-I

1. Kode Pendekat, kode pendekat ditunjukkan berdasarkan notasi A, B, C dan D searah jarum jam. Dimana Jl. Bandung sebagai notasi A, Jl. Mayjend Panjaitan sebagai notasi B, Jl. Brigjend Riadi sebagai notasi C dan Jl. Besar Ijen sebagai notasi D
2. Lebar Masuk W_x , lebar masuk pada kaki Jl. Bandung (A) adalah 8 m, Jl. Mayjend Panjaitan (B) adalah 10 m dan Jl. Besar Ijen (D) adalah 9 m
3. Lebar Jalinan (WW), lebar jalinan pada AB adalah 6 m, BC adalah 6 m, CD adalah 6 m dan DA adalah 6 m.

4. Panjang Jalinan (LW), Panjang Jalinan pada AB adalah 9.53 m, BC adalah 15.97 m, CD adalah 9.75 m dan DA adalah 4.15 m.
5. Arus Masuk Jalinan, ditentukan berdasarkan jumlah kendaraan yang melewati jalinan yang ada pada Bundaran. Dengan rumus sebagai berikut:
Dimana contoh arah sebagai berikut

Gambar 5.6 Rasio Jalinan



Sumber: (MKJI 1997, Bagian Jalinan : 4-26)

Dan memiliki rumus sebagai berikut:

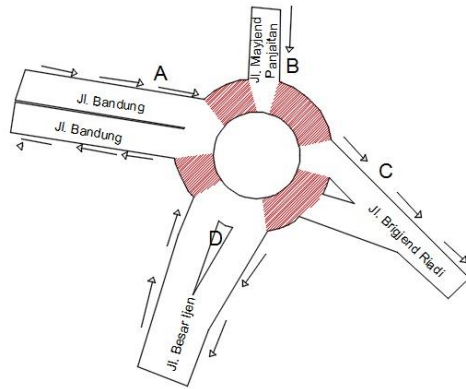
Tabel 5.3 Arus Masuk Jalinan

Bagian Jalinan	Arus masuk bagian jalanan Q_{TOT}
AB	$A + D - D_{LT} + C_{RT} + C_{UT} + B_{UT}$
BC	$B + A - A_{LT} + D_{RT} + D_{UT} + C_{UT}$
CD	$C + B - B_{LT} + A_{RT} + A_{UT} + D_{UT}$
DA	$D + C - C_{LT} + B_{RT} + B_{UT} + A_{UT}$

Sumber: (MKJI 1997, Bagian Jalinan : 4-26)

Contoh Perhitungan Arus Masuk Jalanan pada hari Selasa, 18 April 2017, sebagai berikut:

Gambar 5.7 Lokasi Tugu Bundaran Jl. Bandung



Sumber, Hasil Survey Lapangan

Dengan gambar diatas kita dapat menentukan jalinan Pada Tugu Jl. Bandung pada hari Selasa, 18 April 2017 pada pukul 06.00-07.00 sebagai berikut:

- Jalinan AB = $A_{TOT} + D_{RT}$

$= 1501 + 475$

$= 1976$
- Jalinan BC = $A_{TOT} + D_{RT} + B_{TOT}$

$= 1501 + 475 + 2186$

$= 4162$
- Jalinan CD = $A_{RT} + B_{ST} + B_{RT}$

$= 603 + 731 + 909$

$= 2243$

- $$\begin{aligned} \text{Jalanan DA} &= D_{TOT} + B_{RT} \\ &= 795 + 909 \\ &= 1704 \end{aligned}$$

Sedangkan, untuk mengisi Arus Jalanan pada Tugu Bundaran Jl. Bandung berikutnya dapat ditentukan dengan cara yang sama dan hasilnya dapat dilihat tabel pada lampiran.

- Menentukan Arus Menjalin pada Tugu Bundaran Jl. Bandung dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Tabel 5.4 Arus Menjalin Q_w

Bagian Jalanan	Arus menjalin Q_w
AB	$A - A_{LT} + D_{ST} + C_{RT} + B_{UT}$
BC	$B - B_{LT} + A_{ST} + D_{RT} + C_{UT}$
CD	$C - C_{LT} + B_{ST} + A_{RT} + D_{UT}$
DA	$D - D_{LT} + C_{ST} + B_{RT} + A_{UT}$

Sumber: (MKJI 1997, Bagian Jalanan : 4-26)

Dengan Rumus diatas kita dapat menentukan Arus Menjalin Pada Tugu Jl. Bandung pada hari Selasa, 18 April 2017 pada pukul 06.00-07.00 sebagai berikut:

- Arus Menjalin AB $= A_{TOT}$
 $= 1501$
 $= 1501$
- Arus Menjalin BC $= B_{ST} + B_{RT} + A_{LT} + D_{RT}$
 $= 731 + 909 + 898 + 475$
 $= 3013$
- Arus Menjalin CD $= B_{ST} + A_{RT}$
 $= 731 + 603$
 $= 1334$
- Arus Menjalin DA $= D_{RT} + B_{RT}$
 $= 475 + 909$
 $= 1384$

Sedangkan, untuk mengisi Arus Menjalin pada Tugu Bundaran Jl. Bandung berikutnya dapat ditentukan dengan cara yang sama dan hasilnya dapat dilihat tabel pada lampiran.

7. Rasio Menjalin, untuk menentukan Rasio Menjalin membutuhkan rumus sebagai berikut:

Tabel 5.5 Raio menjalin P_w

Bagian	Raio menjalin P_w
Jalanan	

AB	Q_{WAB}/Q_{AB}
BC	Q_{WAB}/Q_{AB}
CD	Q_{WCD}/Q_{CD}
DA	Q_{WDA}/Q_{DA}

Sumber: (MKJI 1997, Bagian Jalinan : 4-26)

Dengan Rumus diatas kita dapat menentukan Rasio Menjalin Pada Tugu Jl. Bandung pada hari Selasa, 18 April 2017 pada pukul 06.00-07.00 sebagai berikut:

- Rasio Menjalin (P_w) AB $= Q_{WAB} / Q_{AB}$

$= 1501 / 1976$

$= 0.76$
- Rasio Menjalin (P_w) BC $= Q_{WBC} / Q_{BC}$

$= 3013 / 4162$

$= 0.72$
- Rasio Menjalin (P_w) CD $= Q_{WCD} / Q_{CD}$

$= 1334 / 2243$

$= 0.59$

- $$\begin{aligned} \text{Rasio Menjalan (Pw) DA} &= Q_{\text{WDA}} / Q_{\text{DA}} \\ &= 1384 / 1704 \\ &= 0.81 \end{aligned}$$

Sedangkan, untuk mengisi Rasio Menjalan pada Tugu Bundaran Jl. Bandung berikutnya dapat ditentukan dengan cara yang sama dan hasilnya dapat dilihat tabel pada lampiran.

- Ukuran Kota, Ukuran kota dimasukkan sebagai jumlah penduduk di seluruh daerah perkotaan dalam juta. Dimana Kota Malang pada Tahun 2016 memiliki jumlah penduduk sebesar 856.410 juta penduduk.

Tabel 5.6 Kelas Ukuran Kota

Ukuran kota (CS)	Penduduk Juta	Faktor penyesuaian ukuran kota (F _{CS})
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1-0,5	0,88
Sedang	0,5-1,0	0,94
Besar	1,0 - 3,0	1,00
Sangat bestir	> 3,0	1,05

Sumber : (MKJI 1997 , Bagian Jalinan : 4-28)

Berdasarkan sumber dari buku Badan Pusat Statistik (RPJMD) Kota Malang Tahun 2007 - 2015, perkembangan penduduk kota Malang ± 856.410 jiwa. Sehingga, digunakan nilai F_{CS}= 0.94

9. Tipe Lingkungan Jalan, diklasifikasikan dalam kelas menurut guna tanah dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktivitas sekitarnya. Simpang Jl. Veteran, Jl. Bandung dan Jl. Bogor merupakan Tipe Komersial dengan kondisi Pertokoan, rumah makan, perkantoran
10. Kelas hambatan samping untuk kawasan Tugu Bundaran Jl. Bandung yaitu cukup rendah.

Langkah B: Data Kapasitas

Langkah untuk mengisi data yang ada pada tabel formulir RWEAV – II dalam menentukan kapasitas lalu lintas adalah sebagai berikut.:

1. Lebar Pendekat (W_1), Lebar pendekat (W_1) pada AB adalah 8 m, BC adalah 10 m, CD adalah 8 m dan DA adalah 8 m.
2. Lebar Pendekat (W_2), Lebar pendekat (W_2) pada AB adalah 9 m, BC adalah 10 m, CD adalah 8 m dan DA adalah 9 m
3. Lebar Masuk Rata-Rata (W_E), adalah sebagai berikut:

$$W_E = \frac{W_1 + W_2}{2}$$

Dimana W_E : Lebar Masuk Rata-Rata
 W_1 dan W_2 : Lebar Pendekatan

Contoh perhitungan mencari lebar masuk rata-rata pada Tugu Bundaran Jl. Bandung. Selasa, 18 April 2017 sebagai berikut:

- Jalinan AB : $W_1 = 8$ m
 $W_2 = 9$ m

Maka, data diatas kita dapat mengetahui Lebar Masuk Rata-Rata untuk Jalinan AB, yaitu sebagai berikut:

$$W_E = \frac{8+9}{2} = 8.5$$

- Jalinan BC : $W_1 = 10$ m

$$W_2 = 10$$
 m

Maka, data diatas kita dapat mengetahui Lebar Masuk Rata-Rata untuk Jalinan BC, yaitu sebagai berikut:

$$W_E = \frac{10+10}{2} = 10$$

- Jalinan CD : $W_1 = 8$ m

$$W_2 = 8$$
 m

Maka, data diatas kita dapat mengetahui Lebar Masuk Rata-Rata untuk Jalinan CD, yaitu sebagai berikut:

$$W_E = \frac{8+8}{2} = 8$$

- Jalinan DA : $W_1 = 9$ m

$$W_2 = 8$$
 m

Maka, data diatas kita dapat mengetahui Lebar Masuk Rata-Rata untuk Jalinan DA, yaitu sebagai berikut:

$$W_E = \frac{8+9}{2} = 8.5$$

4. Rasio antara Lebar Masuk Rata-Rata dan Lebar Jalanan Tugu Bundaran Jl. Bandung, antara Lebar Masuk Rata-Rata dan Lebar Jalanan adalah sebagai berikut:

$$\text{Rasio Jalanan} = W_E / W_W$$

Dimana W_E = Lebar Masuk Rata-Rata

W_W = Lebar Jalanan

Contoh perhitungan mencari Rasio antara Lebar Masuk Rata-Rata dan Lebar Jalanan pada Tugu Bundaran Jl. Bandung. Selasa, 18 April 2017 sebagai berikut:

- Jalanan AB : $W_E = 8.5 \text{ m}$
 $W_W = 6 \text{ m}$

Maka, data diatas kita dapat mengetahui Rasio antara Lebar Masuk Rata-Rata dan Lebar Jalanan untuk Jalanan AB, yaitu sebagai berikut:

$$\text{Rasio} = \frac{8.5}{6} = 1.24$$

- Jalanan BC : $W_E = 10 \text{ m}$
 $W_W = 6 \text{ m}$

Maka, data diatas kita dapat mengetahui Rasio antara Lebar Masuk Rata-Rata dan Lebar Jalanan untuk Jalanan BC, yaitu sebagai berikut:

$$\text{Rasio} = \frac{10}{6} = 1.67$$

- Jalanan CD : $W_E = 8 \text{ m}$

$$W_W = 6 \text{ m}$$

Maka, data diatas kita dapat mengetahui Rasio antara Lebar Masuk Rata-Rata dan Lebar Jalanan untuk Jalanan CD, yaitu sebagai berikut:

$$\text{Rasio} = \frac{8}{6} = 1.33$$

- Jalanan DA : $W_E = 8.5 \text{ m}$

$$W_W = 6 \text{ m}$$

Maka, data diatas kita dapat mengetahui Rasio antara Lebar Masuk Rata-Rata dan Lebar Jalanan untuk Jalanan DA, yaitu sebagai berikut:

$$\text{Rasio} = \frac{8.5}{6} = 1.24$$

5. Rasio antara Lebar Jalanan dan Panjang Jalanan Tugu Bundaran Jl. Bandung, antara Lebar Jalanan dan Panjang Jalina adalah sebagai berikut:

$$\text{Rasio Jalanan} = W_W / L_W$$

Dimana W_W = Lebar Jalanan

L_W = Panjang Jalanan

Contoh perhitungan mencari Rasio antara Lebar Jalinan dan Panjang Jalina pada Tugu Bundaran Jl. Bandung. Selasa, 18 April 2017 sebagai berikut:

- Jalinan AB : $W_w = 6 \text{ m}$
 $L_w = 9.53 \text{ m}$

Maka, data diatas kita dapat mengetahui Rasio antara Lebar Jalinan dan Panjang Jalina untuk Jalinan AB, yaitu sebagai berikut:

$$\text{Rasio} = \frac{6}{9.53} = 0.89$$

- Jalinan BC : $W_w = 6 \text{ m}$
 $L_w = 15.97 \text{ m}$

Maka, data diatas kita dapat mengetahui Rasio antara Lebar Jalinan dan Panjang Jalina untuk Jalinan BC, yaitu sebagai berikut:

$$\text{Rasio} = \frac{6}{15.97} = 0.63$$

- Jalinan CD : $W_w = 6 \text{ m}$
 $L_w = 9.75 \text{ m}$

Maka, data diatas kita dapat mengetahui Rasio antara Lebar Jalinan dan Panjang Jalina untuk Jalinan CD, yaitu sebagai berikut:

$$\text{Rasio} = \frac{6}{9.75} = 0.82$$

- Jalanan DA : $W_w = 6 \text{ m}$

$$L_w = 4.15 \text{ m}$$

Maka, data diatas kita dapat mengetahui Rasio antara Lebar Jalanan dan Panjang Jalina untuk Jalanan DA, yaitu sebagai berikut:

$$\text{Rasio} = \frac{6}{4.15} = 2.05$$

6. Kapasitas Dasar, Kapasitas Dasar pada Tugu Bundaran Jl. Bandung dengan rumus sebagai berikut:

$$C_0 = 135 \times W_w^{1.3} \times (1 + W_e/W_w)^{1.5} \times (1 - p_w/3)^{0.5} \times (1 + W_w/L_w)^{-1.8}$$

Perhitungan masing-masing bagian jalanan pada hari Selasa, 18 April 2017 pukul 06.00-07.00, dilakukam dengan rumus sebagai berikut:

- Menentukan factor - $W_w = 135W_w^{1.3}$, pada semua jalanan sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{- Jalanan AB} &= 135W_w^{1.3} \\ &= 135 \times 6^{1.3} \\ &= 1386.53 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Jalanan BC} &= 135W_w^{1.3} \\ &= 135 \times 6^{1.3} \\ &= 1386.53 \end{aligned}$$

- Jalinan CD $= 135W_W^{1.3}$
 $= 135 \times 6^{1.3}$
 $= 1386.53$
- Jalinan DA $= 135W_W^{1.3}$
 $= 135 \times 6^{1.3}$
 $= 1386.53$
- Menentukan factor $-W_E/W_W = (1 + W_E / W_W)^{1.5}$, pada semua jalinan sebagai berikut
 - Jalinan AB $= (1 + W_E / W_W)^{1.5}$
 $= (1 + 8.5 / 6)^{1.5}$
 $= 3.76$
 - Jalinan BC $= (1 + W_E / W_W)^{1.5}$
 $= (1 + 10 / 6)^{1.5}$
 $= 4.35$
 - Jalinan CD $= (1 + W_E / W_W)^{1.5}$
 $= (1 + 8 / 6)^{1.5}$
 $= 3.56$
 - Jalinan DA $= (1 + W_E / W_W)^{1.5}$
 $= (1 + 8.5 / 6)^{1.5}$
 $= 3.76$
- Menentukan factor $-P_W = (1 - P_W / 3)^{0.5}$, pada semua jalinan sebagai berikut
 - Jalinan AB $= (1 - P_W / 3)^{0.5}$

$$= (1 - 0.76 / 3)^{0.5}$$

$$= 0.86$$

$$\begin{aligned} - \text{Jalanan BC} &= (1 - P_W / 3)^{0.5} \\ &= (1 - 0.71 / 3)^{0.5} \\ &= 0.87 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{Jalanan CD} &= (1 - P_W / 3)^{0.5} \\ &= (1 - 0.7 / 3)^{0.5} \\ &= 0.88 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{Jalanan DA} &= (1 - P_W / 3)^{0.5} \\ &= (1 - 0.73 / 3)^{0.5} \\ &= 0.87 \end{aligned}$$

- Menentukan factor - $W_W / L_W = (1 + W_W / L_W)^{-1.8}$, pada semua jalanan sebagai berikut

$$\begin{aligned} - \text{Jalanan AB} &= (1 + W_W / L_W)^{-1.8} \\ &= (1 + 6 / 9.53)^{-1.8} \\ &= 3.15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{Jalanan BC} &= (1 + W_W / L_W)^{-1.8} \\ &= (1 + 6 / 15.97)^{-1.8} \\ &= 2.40 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{Jalanan CD} &= (1 + W_W / L_W)^{-1.8} \\ &= (1 + 6 / 9.75)^{-1.8} \\ &= 2.94 \end{aligned}$$

$$- \text{Jalanan DA} = (1 + W_W / 4.15)^{-1.8}$$

$$= (1 + 6 / L_w)^{-1.8}$$

$$= 7.43$$

Dengan menentukan Faktor-faktor maka kita dapat mengetahui Kapasitas Dasar Tugu Bundaran Jl. Bandung berdasarkan masing-masing Jalanan pada hari Selasa, 18 April 2017 pukul 06.00-07.00, sebagai berikut:

- Kapasitas Dasar (C_o) Jalanan AB

$$C_o = 135W_w^{1.3} \times (1+W_E/W_w)^{1.5} \times (1-P_w/3)^{0.5} \times (1+W_w/4.15)^{-1.8}$$

$$= 1386.53 \times 3.76 \times 0.86 \times 3.15$$

$$= 14169.22$$

- Kapasitas Dasar (C_o) Jalanan BC

$$C_o = 135W_w^{1.3} \times (1+W_E/W_w)^{1.5} \times (1-P_w/3)^{0.5} \times (1+W_w/4.15)^{-1.8}$$

$$= 1386.53 \times 4.35 \times 0.87 \times 2.4$$

$$= 12649.41$$

- Kapasitas Dasar (C_o) Jalanan CD

$$C_o = 135W_w^{1.3} \times (1+W_E/W_w)^{1.5} \times (1-P_w/3)^{0.5} \times (1+W_w/4.15)^{-1.8}$$

$$= 1386.53 \times 3.56 \times 0.88 \times 2.94$$

$$= 12750.38$$

- Kapasitas Dasar (C_o) Jalanan DA

$$C_o = 135W_W^{1.3} \times (1+W_E/W_W)^{1.5} \times (1-P_W/3)^{0.5} \times (1+W_W/4.15)^{-1.8}$$

1.8

$$= 1386.53 \times 3.76 \times 0.86 \times 3.15$$

$$= 33600.07$$

Sedangkan, untuk mengisi Kapasitas Dasar pada Tugu Bundaran Jl. Bandung berikutnya dapat ditentukan dengan cara yang sama dan hasilnya dapat dilihat tabel pada lampiran.

7. Kapasitas, Kapasitas Sesungguhnya dimasing-masing Jalanan pada hari Selasa, 18 April 2017 pukul 06.00-07.00, dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$C = C_o \times F_{CS} \times F_{RSU}$$

Dengan persamaan tersebut kita dapat menghitung Kapasitas Sesungguhnya sebagai berikut:

- Kapasitas (C) pada Jalanan AB

$$C = C_o \times F_{CS} \times F_{RSU}$$

$$= 14169.22 \times 0.94 \times 0.85$$

$$= 11321.20416 \text{ smp/jam}$$

- Kapasitas (C) pada Jalanan BC

$$C = C_o \times F_{CS} \times F_{RSU}$$

$$= 12649.41 \times 0.94 \times 0.85$$

$$= 10106.87515 \text{ smp/jam}$$

- Kapasitas (C) pada Jalanan CD

$$C = C_o \times F_{CS} \times F_{RSU}$$

$$= 12750.38 \times 0.94 \times 0.85$$

$$= 10187.55488 \text{ smp/jam}$$

- Kapasitas (C) pada Jalanan DA

$$C = C_o \times F_{CS} \times F_{RSU}$$

$$= 33600.07 \times 0.94 \times 0.85$$

$$= 26846.45233 \text{ smp/jam}$$

Sedangkan, untuk mengisi Kapasitas pada Tugu Bundaran Jl. Bandung berikutnya dapat ditentukan dengan cara yang sama dan hasilnya dapat dilihat tabel pada lampiran.

Langkah C : Perilaku Lalu-Lintas

Langkah untuk mengisi data yang ada pada tabel formulir RWEAV

– III dalam menentukan kapasitas lalu lintas adalah sebagai berikut.:

- Derajat Kejenuhan, menghitung masing-masing jalanan sebagai berikut:

$$DS = Q_{smp}/C$$

Dimana :

$$Q_{smp} = \text{Arus Total (masuk Jalanan)}$$

$$C = \text{Kapasitas}$$

Dengan persamaan diatas Derjat Kejenuhan pada Tugu Bundaran Jl. Bandung pada hari Selasa 18 April 2017 pukul 06.00-07.00, sebagai berikut:

- Derajat Kejenuha (DS) Jalinan AB

$$\begin{aligned} DS &= Q_{\text{smp}}/C \\ &= 1976 / 11321.20416 \\ &= 0.17 \end{aligned}$$

- Derajat Kejenuha (DS) Jalinan BC

$$\begin{aligned} DS &= Q_{\text{smp}}/C \\ &= 4163 / 10106.87515 \\ &= 0.41 \end{aligned}$$

- Derajat Kejenuha (DS) Jalinan CD

$$\begin{aligned} DS &= Q_{\text{smp}}/C \\ &= 2885 / 10187.55488 \\ &= 0.28 \end{aligned}$$

- Derajat Kejenuha (DS) Jalinan DA

$$\begin{aligned} DS &= Q_{\text{smp}}/C \\ &= 1342 / 26846.45233 \\ &= 0.05 \end{aligned}$$

Sedangkan, untuk data Derajat Kejenuhan pada Tugu Bundaran Jl. Bandung berikutnya dapat ditentukan dengan cara yang sama dan hasilnya dapat dilihat tabel pada lampiran.

5.3 Alternatif Untuk Perbaikan Kinerja Simpang

5.3.1 Perbaikan Kinerja Simpang

Dari evaluasi yang telah dilakukan sebelumnya didapatkan hasil yang melebihi dari syarat yang telah ditentukan baik itu derajat kejenuhan (DS), maupun tundaan yang mengacu pada syarat yang telah ditentukan didalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) dan Peraturan Menteri Pehubungan No. 14 KM 2006. Dari nilai derajat kejenuhan (DS) dan tundaan yang dihasilkan, dampaknya terdapat pada biaya konsumsi bahan bakar yang digunakan, yang dimana ketika nilai derajat kejenuhan yang tinggi akan menghasilkan tundaan yang besar dan tundaan yang besar akan mengakibatkan borosnya biaya konsumsi bahan bakar yang digunakan. Sehingga langkah selanjutnya yang dilakukan adalah merencanakan perbaikan dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja simpang pada Persimpangan Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor di Kota Malang. Ada 3 skenario alternatif perbaikan yang akan dilakukan dan pada akhirnya akan dipilih satu alternatif terbaik untuk perbaikan kinerja simpang ini. Pemilihan alternatif terbaik mengacu pada nilai derajat kejenuhan dan nilai tundaan yang dihasilkan. Akan tetapi selain itu akan ditinjau kembali alternatif mana yang paling efektif untuk direncanakan dengan kondisi eksisting di lapangan.

❖ Alternatif 1 : Optimasi Waktu Siklus

Optimasi waktu siklus dilakukan dengan penentuan waktu siklus (c) dan waktu hijau (gi) pada masing- masing fase dan waktu yang diambil sebagai pengoptimalan adalah volume tertinggi selama 3 hari pengamatan survey, yaitu pada hari Sabtu. 18 April 2017.

➤ Waktu Siklus

$$C = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \sum FR_{crit})$$

Dimana:

C = Waktu siklus sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

FR = Arus dibagi dengan arus jenuh (Q/S)

FR_{crit} = Nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang

berangkat pada suatu fase sinyal.

$\sum (FR_{crit})$ = Rasio arus simpang = jumlah FR_{crit} dari semua fase pada siklus tersebut.

Jika waktu siklus tersebut lebih kecil dari nilai yang didapat kan dari perhitungan maka ada resiko terjadinya tingkat kejenuhan pada simpang. Waktu siklus yang terlalu panjang akan menyebabkan meningkatnya tundaan rata-rata. Jika nilai $\sum (FR_{crit})$ mendekati atau lebih dari 1 maka simpang sangat jenuh dan rumus tersebut dan menghasilkan nilai waktu siklus yang sangat tinggi atau negative. Berikut contoh untuk merencanakan optimasi waktu siklus pada jam puncak pagihari :

Diketahui :

Jumlah waktu hilang per siklus (LTI)= 15 detik

(FR_{crit}) pendekat Utara = Q/S = 0.239

(FR_{crit}) pendekat Selatan = Q/S = 0.200

(FR_{crit}) pendekat Barat = Q/S = 0.218

$$(FR_{crit}) \text{ pendekat Timur} = Q/S = 0.248$$

$$\text{Jumlah } FR_{crit} \text{ dari semua fase } (\sum FR_{crit}) = 0.658$$

$$C = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \sum FR_{crit})$$

$$= (1,5 \times 15 + 5) / (1 - 0.658)$$

$$= 80.36$$

$$= 80 \text{ detik}$$

Dari perhitungan waktu siklus maka diketahui waktu siklus sebesar 80 detik.

➤ Waktu Hijau

Kinerja suatu simpang bersinyal pada umumnya lebih terkait terhadap kesalahan-kesalahan dalam pembagian waktu hijau daripada panjangnya waktu siklus. Dalam menentukan waktu hijau menggunakan rumus:

$$\text{Waktu Hijau (gi)} = (c - LTI) \times FR_{crit}$$

Diketahui :

$$\text{Waktu siklus yang disesuaikan (c)} = 85 \text{ detik}$$

$$(FR_{crit}) \text{ arus fase pendekat Utara} = FR / (\sum FR_{crit}) = 0.364$$

$$(FR_{crit}) \text{ arus fase pendekat Selatan} = FR / (\sum FR_{crit}) = 0.304$$

$$(FR_{crit}) \text{ arus fase pendekat Barat} = FR / (\sum FR_{crit}) = 0.332$$

$$(FR_{crit}) \text{ arus fase pendekat Timur} = FR / (\sum FR_{crit}) = 0.376$$

$$\text{Waktu Hijau (g)} = (c - LTI) \times FR_{crit}$$

$$\text{Utara} = (80.36 - 15) \times 0.364$$

$$= 24 \text{ detik}$$

$$\text{Selatan} = 20 \text{ detik}$$

$$\text{Barat} = 26 \text{ detik}$$

$$\text{Timur} = 26 \text{ detik}$$

Dari hasil perhitungan waktu hijau pendekat utara 24 detik dengan panjang siklus 80 detik. Untuk perhitungan optimasi siklus pada semua pendekat jam puncak pagi hingga sore hari bisa dilihat pada lampiran.

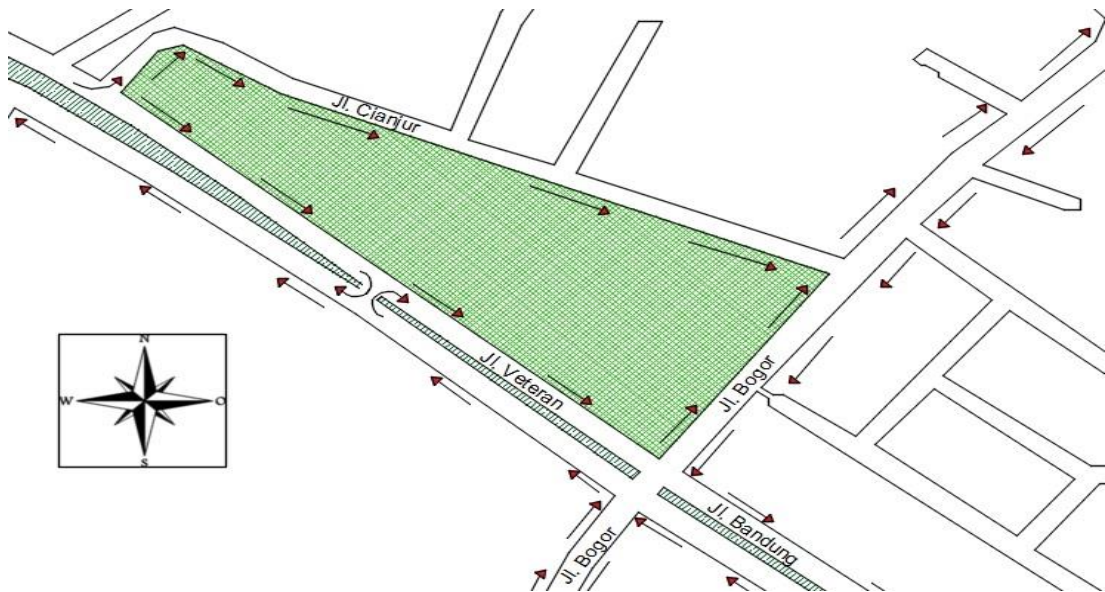
Optimasi waktu siklus dilakukan dengan merubah waktu sinyal pada pagi hari dari 92 detik menjadi 80 detik, siang hari dari 92 detik menjadi 80, dan sore hari dari 92 detik menjadi 80 detik, optimasi dilakukan dengan tujuan untuk memperkecil tundaan rata-rata dari persimpangan.

Dari hasil perhitungan diatas bisa dilihat arus lalu lintas kendaraan maksimum terjadi pada pagi hari dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 0.858, panjang antrian sebesar 67.43 m, dan tundaan rata – rata kendaraan sebesar 44.27 det/kend. Selisih perbedaan antara kondisi eksisting yang telah dianalisa dengan menggunakan MKJI 1997 dengan menggunakan alternatif 1 masih sedikit, dengan nilai derajat kejenuhan alternatif 1 bertambah besar daripada kondisi eksisting yang telah dianalisa menggunakan MKJI 1997 rata – rata sebesar 8.468 %, pengurangan panjang antrian rata – rata sebesar -57.493 %, dan nilai tundaan rata – rata kendaraan alternatif 1 bertambah besar daripada kondisi eksisting yang telah

dianalisa menggunakan MKJI 1997 rata – rata sebesar 36.566 %. Jika dilihat dari rata – rata tundaan simpang sebesar 128.668 detik/kend, nilai derajat kejenuhan 0.856, panjang antrian 72.097 m, dan optimasi waktu siklus pada sore hari sebesar 59 detik, dapat disimpulkan bahwa dengan hanya optimasi siklus masih kurang optimum dalam memperbaiki kinerja simpang. Sehingga, harus ditambah dengan alternatif perbaikan kinerja simpang yang lain dan untuk perhitungan serta hasil lengkap dari tabel di atas dapat dilihat pada lampiran terkait alternatif ke 1 pada perubahan formulir SIG 1-5.

❖ Alternatif 2 : Pengalihan Jalan untuk Kendaraan dari Jalan Veteran Menuju Jalan Bogor Utara yang Menggunakan Jalan Cianjur

Untuk alternatif berikutnya adalah pengalihan jalan pada Jl. Veteran menuju Jl. Bogot Utara yang Menggunakan Jl. Cianjur, yang di mana semua fase pergerakan tetap menggunakan kondisi eksisting. Kondisi ini dilakukan untuk mengurangi volume kendraan pada ruas Jalan Veteran yang sangat tinggi jumlah kendaraannya.



Gambar 5.8 Arus Alternative ke Dua

Dari gambar diatas, dapat dilihat kondisi eksisting setiap pendekat yang di mana pada yang awalnya jumlah kendaraan dari arah Jl. Veteran (LTOR) menuju Jl. Bogor Utara pada hari Selasa 18 April 2017 adalah

- Sepeda Motor (MC) = 519 = 103.8 smp/jam
- Kendaraan Ringan (LV) = 160 = 160 smp/jam
- Kendaraan Berat (HV) = 1 = 1.3 smp/jam

Dari hasil perhitungan eksisting diatas kita dapat mengurangi dengan jumlah kendaraan yang dapat melewati Jl. Cianjur sebagai alternative ke dua. Jumlah kendaraan yang dapat melewati Jl. Cianjur adalah kendaraan yang berasal dari arah mall MATOS dan tetap menghitung kendaraan yang berputar di Jl. Veteran (depan Makam Pahlawan). Maka diketahui jumlah kendaraan dari arah MATOS yang dapat melewati Jl. Cianjur adalah sebagai berikut:

- Sepeda Motor (MC) = 414 = 82.8 smp/jam

- Kendaraan Ringan (LV) = 109 = 109 smp/jam
- Kendaraan Berat (HV) = 0 = 0 smp/jam

Dari data diatas dapat diketahui jumlah kendaraan yang tetap menuju Jl. Bogor Utara mengikuti persimpangan diakrenakan kendaran tersebut berputar di Jl. Veteran. Jumlah kendaraan tersebut adalah sebagai berikut:

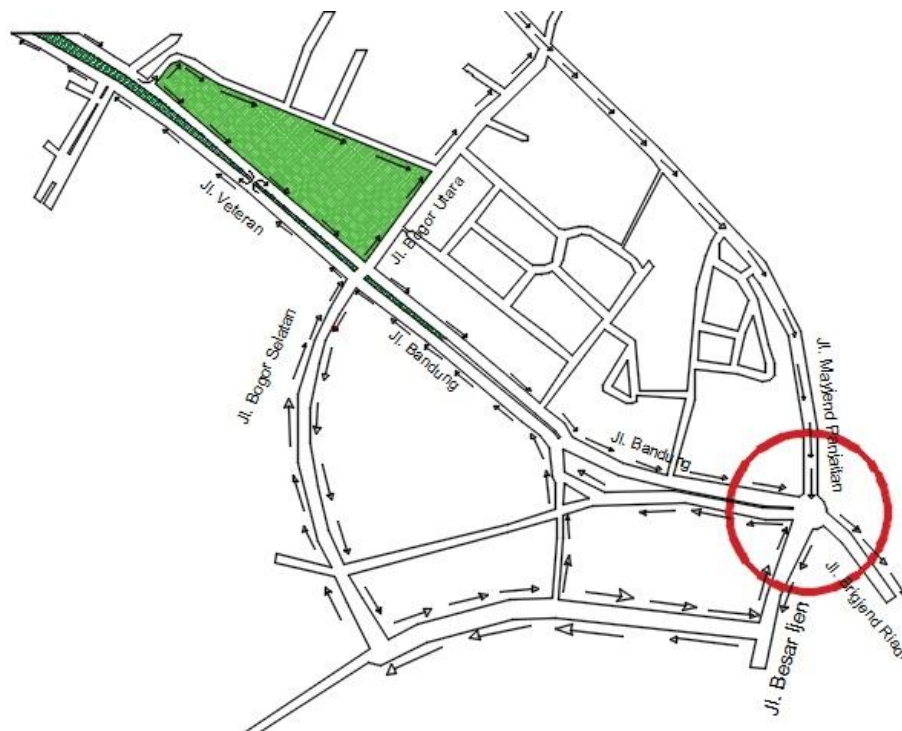
- Sepeda Motor (MC) = 519 - 414
= 105 = 21 smp/jam
- Kendaraan Ringan (LV) = 160 - 109
= 51 = 51 smp/jam
- Kendaraan Berat (HV) = 1 - 0
= 1 = 1.3 smp/jam

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui derajat kejenuhan Jl. Veteran yang awalnya adalah 0.66, panjang antrian sebesar 84.92 m dan tundaan rata-rata kendaraan sebesar 25.14 det/kend. Selisih perbedaan antara kondisi eksisting yang telah dianalisa dengan menggunakan MKJI 1997 dengan menggunakan alternatif 2 yakni, dengan nilai rata – rata pengurangan derajat kejenuhan sebesar - 39.798 %, dengan nilai panjang antrian alternatif 2 berkurang dari pada kondisi eksisting yang telah dianalisa menggunakan MKJI 1997 rata – rata sebesar 11.631 %, dan pengurangan tundaan rata – rata kendaraan sebesar - 41.275 %. Namun alternative ke dua hanya memiliki dampak pada Jl. Veteran saja naman tdk untuk Jl. Bandung, Jl. Bogor Utara dan Jl. Bogor Selatan. Maka alternatif ke dua masih kurang optimum dalam memperbaiki kinerja simpang. Sehingga, harus ditambah dengan

alternatif perbaikan kinerja simpang yang lain dan untuk perhitungan serta hasil lengkap dari tabel di atas dapat dilihat pada lampiran terkait alternatif ke 2 pada perubahan formulir SIG 1-5.

❖ **Alternatif 3 : Pengalihan Jl. Bogor Utara Menuju Jl. Mayjend Panjaitan (Tugu Bundaran Jl. Bandung) dan Mengkombinasikan dengan Alternative ke 2**

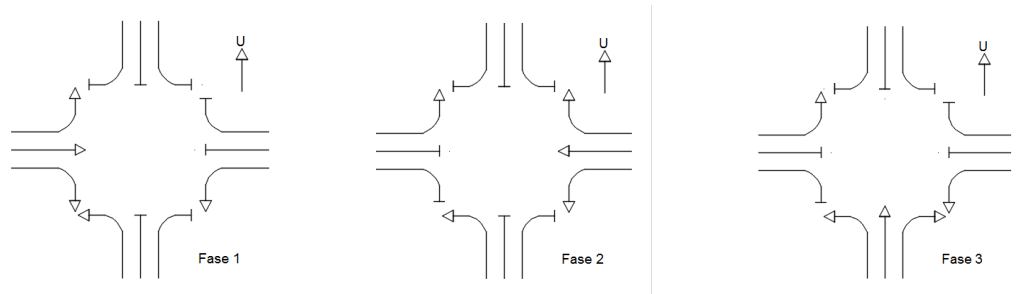
Untuk alternatif berikutnya adalah Pengalihan Jl. Bogor Utara Menuju Jl. Mayjend Panjaitan dan melakukan kombinasi dengan alternative ke 2, dari kombinasi alternatif ini dapat menurunkan tingkat derajat kejenuhan dan tundaan rata – rata pada persimpangan Jl. Veteran, Jl Bandung dan Jl. Bogor, untuk semua pendekat pada persimpangan. Waktu yang diambil sebagai pengalihan jalan adalah pada hari Selasa, 18 April 2017 dan berikut adalah gambar pengalihannya



Gambar 5.9 Arus Alternative ke Tiga

A. Perhitungan Kinerja pada Simpang

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa kinerja simpang pada kawasan Jl. Veteran, Jl. Bandung dan Jl. Bogor dimana fase pada simpang tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 5.10 Kombinasi Pergerakan Fase Lalu Lintas untuk Alternative 3

Dari data diatas dapat dengan menggunakan geometric kondisi eksisting, maka diketahui perhitungan pada alternative ke tiga pada hari Selasa 18 April 2017, sebagai berikut:

Tabel 5.7 Perhitungan SIG 2 untuk Alternative 3

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-II		Hari/Tanggal : Selasa, 18 April 2017 Kota : Malang Simpang : Jl. Veteran, Jl. Bandung, Jl. Bogor Utara & Jl. Bogor Selatan Ukuran Kota : 0,5-1 Juta									Perihal : 3 - Fase hijau awal Periode : Jam 06.00-09.00 Jam Puncak : 06.15-07.15							
Kode Pendekat	Arah	Arus Lalu Lintas Kendaraan Bermotor (MV)														Kendaraan Tak Bermotor		
		Sepeda Motor (MC)				Kendaraan Ringan (LV)			Kendaraan Berat (HV)			Kendaraan Bermotor Total (MV)			Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		emp terlindung 0.2		emp terlawan 0.4	emp terlindung 1		emp terlawan 1	emp terlindung 1.3		emp terlawan 1.3								
		kend/jam	smp/jam		kend/jam	smp/jam		kend/jam	smp/jam		kend/jam	smp/jam		PLT	PRT			
		Terlindung	Terlawan	Terlindung	Terlawan	Terlindung	Terlawan	Terlindung	Terlawan	Terlindung	Terlawan	Terlindung	Terlawan	Rms. (13)	Rms. (14)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
U	LTOR	0	0		0	0		0	0		0	0.00		0.000		0		
	ST	0	0		0	0		0	0		0	0.00				0		
	RT	0	0		0	0		0	0		0	0.00				0		
	TOTAL	0	0		0	0		0	0		0	0.00				0	0.000	
S	LTOR	339	68		226	226		6	7.8		571	301.60		0.438		13		
	ST	1190	238		139	139		8	10.4		1337	387.40				10		
	RT	100	40		14	14		7	9.1		114	63.10			0.092	2		
	TOTAL	1629	346		379	379		21	18.2		1908	689.00				25	0.036	
B	LTOR	105	21		51	51		1	1.3		157	73.30		0.064		5		
	ST	1111	222		331	331		1	1.3		1443	554.50				6		
	RT	742	297		221	221		0	0		963	517.80				0		
	TOTAL	1958	540		603	603		2	2.6		2563	1145.60				11	0.010	
T	LTOR	61	12		39	39		4	5.2		104	56.40		0.062		4		
	ST	1923	385		469	469		3	3.9		2395	857.50				9		
	RT	578	231		143	143		0	0		721	0.00				0		
	TOTAL	2562	628		651	651		7	9.1		3220	913.90				13	0.014	

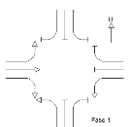
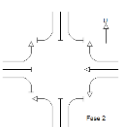
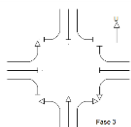
Dari data diatas diketahui Kendaraan Bermotor Total (MV) maksimum terdapat pada Jalan Bandung (Timur) sebesar 3220 kend/jam. Data selanjutnya adalah data SIG 3, yaitu sebagai berikut:

Tabel 5.8 Perhitungan SIG 3 untuk Alternative 3

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-III WAKTU ANTAR HIJAU/ WAKTU HILANG		FORMULIR SIG - III WAKTU ANTAR HIJAU DAN WAKTU HILANG					
		Hari/Tanggal : Sabtu, 25 Februari 2017					
		Kota : Malang					
		Simpang : Jl. Ratu Grati - Jl. Danau Toha					
		Ukuran Kota : 0.5-1 Juta					
Lalu Lintas Berangkat	Lalu Lintas Datang						
Pendekat	Kecepatan VE	Pendekat VA (m/detik)	U	S	B	T	Waktu Merah
U	10	Jarak berangkat - datang (m) ⁹					
		Waktu berangkat - datang (detik) ¹⁰					
S	10	Jarak berangkat - datang (m) ⁹				18.114 + 5 - 7.742	1.537
		Waktu berangkat - datang (detik) ¹⁰				1.8114 + 0.5 - 0.77416	
B	10	Jarak berangkat - datang (m) ⁹				10.379 + 5 - 17.147	-0.177
		Waktu berangkat - datang (detik) ¹⁰				1.0379 + 0.5 - 1.71472	
T	10	Jarak berangkat - datang (m) ⁹	11.553 + 5 - 6.414				
		Waktu berangkat - datang (detik) ¹⁰	1.1553 + 0.5 - 0.64141				1.014
Penentuan Waktu Merah Semua							
Fase 1 -> Fase 2							
Fase 2 -> Fase 3							
Fase 3 -> Fase 1							
Waktu Kuning Total							
Waktu Hilang Total (LTI) = Merah Semua Total + Waktu Kuning (detik/siklus)							

Dari data diatas dapat diketahui waktu merah (Allred) maksimal adalah 1.537 detik maka di bulatkan menjadi 2 detik untuk setiap fase. Data selanjutnya adalah data SIG 4, yaitu sebagai berikut:

Tabel 5.9 Perhitungan SIG 4 untuk Alternative 3

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-IV PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS						Hari/Tanggal: Selasa, 18 April 2017 Kota : Malang Simpang : Jl. Veteran, Jl. Bandung, Jl. Bogor Utara & Jl. Bogor Selatan Ukuran Kota : 0,5-1 Juta						Perihal : 3 - Fase hijau awal Periode : Jam 06.00-09.00 Jam Puncak : 06.15-07.15												
Distribusi Arus Lalu Lintas (smp/jam)																								
Kode Pendekat	Hijau Dalam Fase No	Tipe Pendekat	Ratio Kendaraan Berbelok			Arus RT (kend/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jumlah kend/jam hijau								Nilai Disesuaikan kend/jam hijau	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus FR	Rasio Fase PR = FRCRIT / IFR	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (kend/jam)	Derajat Kejenuhan	
			PLT OR	PLT	PRT	QRT	QRT0		Faktor-faktor Penyesuaian															
									Semua Tipe Pendekat				Hanya Tipe P											
									Ukuran Kota	Hambatan Sampling	Parkir	Bekir Kanan	Bekir Kiri											
														So	FCS	FSF								FG
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
U	1	P			0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0.94	0.94	0	0	0.000	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0	0.00	
S	1	P			0.44	0.09	387.40	0.00	4.46	2676	0.94	0.94	1	1	1.024	0.930	2251.267	451	0.200	0.278	24	831.24	0.54	
B	2	P			0.06	0.00	963.00	0.00	7.5	4500	0.94	0.94	1	1	1.000	0.990	3935.494	1072	0.272	0.378	26	1574.2	0.68	
T	2	P			0.06	0.00	0.00	0.00	6.6	3960	0.94	0.94	1	1	1.000	0.990	3464.506	858	0.248	0.344	26	1385.8	0.62	
Waktu Hilang Total LTI (detik)			15	Waktu Siklus Pra Penyesuaian - Cua (detik)							98											Waktu Siklus Disesuaikan - c (detik)		65
																						IFR = SFCRIT		0.720

Dari diatas diketahui Derajat Kejenuhannya adalah sebagai berikut:

- Jl. Bogor Selatan = 0.54

- Jl. Veteran = 0.68
- Jl. Bandung = 0.62

Dengan hasil Derajat Kejenuhan tersebut menunjukkan bahwa adanya perbaikan kinerja simpang. Data selanjutnya adalah data SIG 5, yaitu sebagai berikut:

Tabel 5.10 Perhitungan SIG 5 untuk Alternative 3

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG V PANJANG ANTRIAN JUMLAH KENDARAAN TERHENTI TUNDAAN				Hari/Tanggal : Selasa, 18 April 2017 Kota : Malang Simpang : Jl. Veteran, Jl. Bandung, Jl. Bogor Utara & Jl. Bogor Selatan Jam Puncak : Pagi							Perihal : 2 - Fase Hijau Awal Periode : Jam 06.00-09.00 Jam Puncak : 06.15-07.15					
Kode Pendekat	Arus Lahu Lintas kend/jam	Kapasitas kend/jam	Derajat Kejenuhan	Rasio Hijau GR = g/c	Jumlah Kendaraan Antri (kend)				Panjang Antrian (m)	Rasio Kendaraan Terhenti stop/jam	Jumlah Kendaraan Terhenti (det/kend)	Tundaan				
	Q	C	DS = Q/C		N1	N2	Total NQ1+NQ2 = NQ	NQMAX	QL	NS	NSV	Tundaan Lahu Lintas Rata-rata det/kend	Tundaan Geometrik Rata-rata det/kend	Tundaan Rata- rata det/kend	Tundaan Total kend.det	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
U	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	
S	451	831.24	0.54	0.37	0.64	9.47	10.11	9.47	42.10	0.97	437	21.40	3.96	25.36	11425.60	
B	1072	1574.20	0.68	0.40	1.35	23.58	24.93	23.58	104.81	1.00	1077	21.63	4.02	25.65	27501.83	
T	858	1385.80	0.62	0.40	0.96	18.23	19.20	18.23	88.94	0.97	829	20.44	3.88	24.32	20858.56	
LTOR (seman)	374.90	simp/jam														
Arus Kor. QKOR																
Arus Total QTOT	4471	kend/jam														
Arus Total QTOT	1834.60	simp/jam														
Total NSV											1513.557	Σ (Q x D)				38927.424
Kendaraan Terhenti Total (stop/emp)											0.34	Tundaan Rata-rata Seluruh Simpang				21.218

B. Perhitungan Kinerja pada Bundaran

Dikarenakan pengalihan Jl. Bogor Utara yang dialihkan menuju Tugu Bundaran Jl. Bandung melalui Jl Mayjend Panjaitan maka data alternative untuk kawasan Tugu bundaran Jl. Bandung pada hari Selasa 18 April 2017 pada pukul 06.00-07.00 adalah sebagai berikut:

Tabel 5.11 Perhitungan Arus Masuk Jalinan

PERIODE	Arus masuk Jalinan			
	AB	BC	CD	DA
06.00-07.00	1976	5309	3103	2183
06.15-07.15	1961	5426	3201	2219
06.30-07.30	1886	5394	3209	2208
06.45-07.45	1888	5226	3090	2104
07.00-08.00	1950	5306	3118	2153
07.15-08.15	1906	5346	3168	2170
07.30-08.30	1882	5302	3151	2129
07.45-08.45	1867	5325	3174	2146
08.00-09.00	1753	5075	3045	2014

Dari data diatas diketahui pada pukul 06.00-07.00 jalinan AB adalah 1976, BC adalah 5309, CD adalah 3103 dan DA 2183. Data selanjutnya adalah Arus Menjalani adalah sebagai berikut:

Tabel 5.12 Perhitungan Arus Menjalani

PERIODE	Arus Masuk Menjalani			
	AB	BC	CD	DA
06.00-07.00	1501	3874	1715	1863
06.15-07.15	1497	3959	1757	1907
06.30-07.30	1438	3940	1749	1908
06.45-07.45	1460	3806	1701	1817
07.00-08.00	1497	3867	1722	1850
07.15-08.15	1463	3899	1737	1874
07.30-08.30	1459	3862	1729	1846
07.45-08.45	1443	3881	1735	1863
08.00-09.00	1375	3694	1662	1761

Dari data diatas diketahui pada pukul 06.00-07.00 Arus Masuk Menjalín pada Jalínan AB adalah 1501, BC adalah 3874, CD adalah 1715 dan DA adalah 1863. Data selanjutnya adalah data Rasio Menjalín adalah sebagai berikut:

Tabel 5.13 Perhitungan Rasio Menjalín

PERIODE	Rasio Menjalín			
	AB	BC	CD	DA
06.00-07.00	0.76	0.73	0.55	0.85
06.15-07.15	0.76	0.73	0.55	0.86
06.30-07.30	0.76	0.73	0.54	0.86
06.45-07.45	0.77	0.73	0.55	0.86
07.00-08.00	0.77	0.73	0.55	0.86
07.15-08.15	0.77	0.73	0.55	0.86
07.30-08.30	0.78	0.73	0.55	0.87
07.45-08.45	0.77	0.73	0.55	0.87
08.00-09.00	0.78	0.73	0.55	0.87

Dari data diatas diketahui pada pukul 06.00-07.00 Rasio Menjalín pada Jalínan AB adalah 0.76, BC adalah 0.73, CD adalah 0.55 dan DA adalah 0.85. Dikarenakan data Geometrik dan Kapasitas sama dengan perhitungan pada **5.2.2 Analisa Kinerja Bundaran Kondisi Eksisting**, maka dapat diketahui Derajat Kejenuhannya adalah sebagai berikut:

Tabel 5.14 Derajat Kejenuhan Kondisi Alternative

PERIODE	Arus masuk Jalínan				KAPASITAS				DERAJAT KEJENUHAN			
	AB	BC	CD	DA	AB	BC	CD	DA	AB	BC	CD	DA
06.00-07.00	1976	5309	3364	1628	11321.20	10069.56	10491.57	26134.81	0.17	0.53	0.32	0.06
06.15-07.15	1961	5426	3404	1641	11321.20	10069.56	10491.57	26134.81	0.17	0.54	0.32	0.06
06.30-07.30	1886	5394	3346	1624	11321.20	10069.56	10491.57	26134.81	0.17	0.54	0.32	0.06
06.45-07.45	1888	5226	3277	1548	11321.20	10069.56	10491.57	26134.81	0.17	0.52	0.31	0.06
07.00-08.00	1950	5306	3346	1596	11321.20	10069.56	10491.57	26134.81	0.17	0.53	0.32	0.06
07.15-08.15	1906	5346	3337	1599	11321.20	10069.56	10491.57	26134.81	0.17	0.53	0.32	0.06
07.30-08.30	1882	5302	3305	1560	11321.20	10069.56	10491.57	26134.81	0.17	0.53	0.31	0.06
07.45-08.45	1867	5325	3306	1571	11321.20	10069.56	10491.57	26134.81	0.16	0.53	0.32	0.06
08.00-09.00	1753	5075	3136	1460	11321.20	10069.56	10491.57	26134.81	0.15	0.50	0.30	0.06

Dari data diatas diketahui pada pukul 06.00-07.00 Derajat Kejenuhan pada Jalinan AB adalah 0.17, BC adalah 0.53, CD adalah 0.32 dan DA adalah 0.06.

5.3.2 Usulan Pemecahan Masalah

Setelah direncanakan alternatif perbaikan untuk meningkatkan kinerja persimpangan Jl. Veteran, Jl. Bandung dan Jl. Bogor, adalah pengalihan arus sesuai pada alternative ke 3. Dimana pada awalnya Derajat Kejenuhan pada hari Selasa 18 April 2017 pada pukul 06.15-07.15 adalah

- Jl. Bogor Utara = 1.3
- Jl. Bogor Selatan = 0.86
- Jl. Veteran = 0.68
- Jl. Bandung = 1.47

Dan pada Tugu Bundaran Jl. Bandung pada hari Selasa 18 April 2017 pada pukul 06.15-07.15 adalah sebagai berikut:

- Jalinan AB = 0.17
- Jalinan BC = 0.41
- Jalinan CD = 0.28
- Jalinan DA = 0.05

Namun setelah dilakukan pengalihan jalan sesuai dengan data pada alternative ke 3 Derajat Kejenuhannya, pada hari Selasa 18 April 2017 pada pukul 06.15-07.15 menjadi seperti berikut ini:

- Jl. Bogor Utara = 0

- Jl. Bogor Selatan = 0.68
- Jl. Veteran = 0.68
- Jl. Bandung = 0.55

Dan pada Tugu Bundaran Jl. Bandung pada hari Selasa 18 April 2017 pada pukul 06.15-07.15 adalah sebagai berikut:

- Jalinan AB = 0.17
- Jalinan BC = 0.53
- Jalinan CD = 0.32
- Jalinan DA = 0.06

Dari hasil perbandingan pada Kawasan Jl. Veteran, Jl. Bandung, Jl. Bogor dan Tugu Bundaran Jl. Bandung pada hari Selasa 18 April 2017 pada kondisi eksisting dan alternative terjadi perubahan dimana pada Kawasan Jl. Veteran, Jl. Bandung dan Jl. Bogor mengalami penurunan pada Derajat Kejenuhannya yang membuat Persimpangan tersebut lebih optimal dibandingkan sebelumnya, dimana batas maksimal Derajat Kejenuhan untuk Persimpangan adalah 0.85. Sedangkan Tugu Bundaran Jl. Bandung mengalami sedikit kenaikan pada Derajat Kejenuhannya. Namun kondisi alternative ke tiga masih layak dikarenakan Dearajat Kejenuhannya berada jauh dibawah 0.75.

Berikut adalah perbandingan setiap Analisa pada kondisi eksisting dan alternative pada hari Selasa, 18 April 2017 pada pukul 06.15-07.15 adalah sebagai berikut:

Tabel 5.15 Matrik Perbandingan Kinerja Simpang pada Kawasan Jl. Veteran- Jl. Bandung dan Jl. Bogor.

No	kondisi	derajat kejenuhan	Panjang Antrian	Tundaan det/kend	Kolerasi	Keterangan
1	Eksisting	1,47	317,73	599,06	Nilai DS Eksisting	Tidak Layak
2	Alternatif 1 Optimasi Waktu Siklus	0,81	63,92	33,69	Nilai DS lebih kecil dari 0,85 dan tundaan rata-rata 33,69 dengan tingkat pelayanan D	Layak
3	Alternatif 2 Pengalihan Kendaraan dari Jl. Veteran Menuju Jl. Bogor Utara Menggunakan Jl. Cianjur	1,47	317,73	559,06	Nilai DS, Panjang Antrian dan Tundaan sama dengan Eksisting	Tidak Layak
4	Alternatif 3 Pengalihan Jl. Bogor Utara Menuju Jl. Mayjend Panjaitan (Tugu Bundaran Jl. Bandung) dan Mengkombinasikan dengan Alternative ke 2	0,62	88,94	20,32	Nilai DS lebih kecil dari eksisting, tetapi DS juga lebih dari 0,85 dan tundaan rata-rata 20,32 dengan tingkat pelayanan B	Layak

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil studi pada kawasan Jl. Veteran, Jl. Bandung dan Jl. Bogor dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi arus lalu lintas pada Persimpangan Jalan Veteran, Jalan Bandung dan Jalan Bogor di Kota Malang cenderung memiliki beberapa ruas cukup tinggi dan telah melebihi volume arus yang dapat ditangani sesuai kondisi eksisting. Volume kendaraan tertinggi terjadi di ruas Jl. Bandung pada hari Sabtu, 22 April 2017 pada pukul 16.00-17.00 yaitu sebesar 3895.4 smp/jam, dengan kapasitas 583.989 kend/jam, derajat kejenuhan 2.84 (tidak memenuhi syarat MKJI 1997).
2. Terdapat 3 alternative manajemen lalu lintas berdasarkan hasil studi. Alternative pertama adalah optimalisasi lampu lalu lintas, dimana pada kondisi ini dapat Derajat Kejenuhan untuk volume kendaraan di ruas Jl. Bandung pada hari Sabtu, 22 April 2017 pada pukul 16.00-17.00 yaitu sebesar 2,84 berkurang menjadi 1.56. Alternative kedua adalah pengalihan jalan untuk kendaraan dari Jl. Veteran menuju Jl. Bogor Utara menggunakan ruas Jl. Cianjur, dimana pada kondisi ini dapat Derajat Kejenuhan untuk volume kendaraan kendaraan di ruas Jl. Bandung pada hari Sabtu, 22 April 2017 pada pukul 16.00-17.00 yaitu sebesar 2,84 tetap 2.84. Hal tersebut dikarenakan, pengalihan jalan hanya berdampak pada ruas Jl. Veteran (Barat). Alternative

ketiga adalah pengalihan Jl. Bogor Utara menuju Tugu Bundaran Jl. Bandung melalui Jl. Mayjend Panjaitan dan di kombinasikan dengan alternative kedua dimana Derajat Kejenuhan untuk volume kendaraan kendaraan di ruas Jl. Bandung pada hari Sabtu, 22 April 2017 pada pukul 16.00-17.00 yaitu sebesar 2,84 berkurang menjadi 0.74. Pengalihan tersebut berdampak pada Tugu Bundaran Jl. Bandung, dimana pada kondisi eksisting Derajat Kejenuhan tertinggi adalah 0.37 di Jalanan BC menjadi 0.43, namun hal tersebut masih layak dikarenakan masih berada dibawah 0.75. Setelah dilakukan studi manajemen lalu lintas pada kawasan simpang Jl. Veteran Jl. Bandung dan Jl. Bogor. Alternative yang dipilih adalah alternative ke 3

6.2. Saran

Demi tercapainya tujuan dari dilaksanakannya evaluasi pengendalian simpang ini, beberapa saran yang akan disampaikan adalah sebagai berikut :

- a. Sebaiknya ruas Jl. Cianjur di perbaiki sebelum diterapkan hasil manajemen lalu lintas. Dikarenakan ruas jalan tersebut terdapat beberapa titik yang berlubang.
- b. Untuk penelitian selanjutnya agar diggunakan program atau software manajemen traffic karena dalam jaringan lebih tepat.
- c. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan untuk melakukan survei dengan teliti. Misalnya dalam pengambilan data, tata cara survei harus sistematis, pendataan kebutuhan jumlah surveyor maupun peralatan survei yang memadai. Juga untuk mempertimbangkan solusi alternatif lain yang lebih maksimal.

- d. Tingkat pelayanan E masih sangat buruk maka seharusnya alternatif yang sesuai dengan keadaan eksisting jalan tersebut adalah pengalihan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Direktorat Jendral Bina Marga— Departemen Pekerjaan Umum
- Alhadar, Ali. 2011. *Analisa Kinerja Jalan dalam Upaya Mengatasi Kemacetan Lalu Lintas pada Ruas Simpang Bersinyal di Kota Palu*. Palu: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
- Aulia, Mohamad Donie. 2011. *Analisis Kebutuhan Jalan di Kawasan Kota Baru Tegalluar Kabupaten Bandung*. Bandung: Program Teknik Sipil-FTIK Universitas Indonesia.
- Bayasut, Emal Z. M. 2010. *Analisa dan Koordinasi Sinyal Antar Simpang Pada Ruas Jalan Diponegoro Surabaya*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Khisty, C.J. dan Lall, B.K. 2003. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Khisty, C.J. dan Lall, B.K. 2006. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- Kumita., Sofyan M. Saleh, & M. Isya. 2015. *Manajemen Lalu Lintas pada Jala Teuku Abdurrahman Meunasah Meucap sebagai Jalan Masuk Universitas Almuslim*. Banda Aceh: Jurusan Teknik Sipil Program Pasca Sarjana Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.
- Manafe, Ryan Putera Pratama. 2012. *Pendekatan Traffic Engineering Untuk Menghilangkan Kemacetan di Persimpangan Jalan Yang Dilengkapi dengan Flyover*. Depok: Program Sarjana Teknik Industri Fakultas Teknik Depok.
- Monoarfa, Ady Suhendra Edmonssoen., Longdong J., J. A. Timboeleng, & M. R. E. Manoppo. 2013. *Ekivalensi Mobil Penumpang pada Persimpangan Bersinyal Tiga lengan Jalan Sam Ratu langi-Jalan Babe Palae Manado*. Manado: Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi
- Nasution, Muhammad Alansyari. 2010. *Analisa Geometrik Tikungan pada Jalan Lintas Medan-Berastagi STA 56-650 $\frac{S}{D}$ 56+829*. Medan: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatra Utara.
- Purnam, I Ketut Eddy dan Yoyon Kusnendar Suprpto. 2013. *Pemodelan Manajemen Lalu Lintas pada Ruas Jalan Menggunakan Network Flow*. Surabaya: Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Indonesia.
- Setiawan, Rudy. 2009. *Imulasi Manajemen Lalulintas untuk Mengurangi Kemacetan di Jalan Jemursari dan Raya Kendangsari*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra
- Suhani, Ika Dini. 2012. *Analisa Kinerja Lalu Lintas Akibat Perubahan Tata Guna Lahan (Studi Kasus Pembangunan Mall Of Serang)*. Depok. Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia.